

MANDIOCA

A cultura, a sua análise económica e a respectiva cadeia produtiva no Brasil

Tomás Sassetti Coimbra

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Agronomia Tropical e Desenvolvimento Sustentável

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Pacheco de Carvalho

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes

Co-orientador: Dr. Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

Júri:

Presidente:

Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutor Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia, Professor Associado com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutor Bernardo Manuel Teles de Sousa Pacheco de Carvalho, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Maria Isabel Nunes Januário, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Licenciada Maria Manuela Marques Matias Ferreira Pinto, Investigadora Auxiliar do Instituto de Investigação Científica Tropical, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2013



MANDIOCA

**A cultura, a sua análise económica e a respectiva cadeia produtiva
no Brasil**

Tomás Sassetti Coimbra

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Agronomia Tropical e Desenvolvimento Sustentável

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Pacheco de Carvalho

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes

Co-orientador: Dr. Marcos Vinicius Bohrer Monteiro Siqueira

Lisboa, 2013

Agradecimentos

O presente trabalho teve contributos, directos ou indirectos, de distintas pessoas, que quero fazer referência e deixar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Bernardo Pacheco de Carvalho (ISA/UTL) pelo acompanhamento nestes dois anos de Mestrado, trazendo uma mais-valia significativa na minha formação como homem e futuro agricultor;

Ao Prof. Dr. Marcos Bernardes (ESALQ/USP) pelas aulas leccionadas no semestre anterior à realização da tese, que me desenvolveram a curiosidade e interesse pelo estudo da cultura da mandioca, e a posterior ajuda que nos momentos chave resolveram impasses;

Ao Dr. Marcos Siqueira, pela hospitalidade com que me recebeu, tornando-se uma amizade entre dois “lusos” além fronteiras, que ocasionou um ambiente de descontração nas sessões de trabalho, aliado ao rigor científico;

Ao Fábio Felipe (CEPEA/USP) por ter sido a “luz” em momentos menos iluminados, como a estruturação da análise económica ou a busca de referências em alturas de escassez de informação;

Ao Prof. Dr. Geraldo Barros (CEPEA/USP) por ter acolhido de braços abertos a ideia de um trabalho conjunto com o CEPEA, o que possibilitou produzir o trabalho que agora se apresenta;

À SCAINT (USP), em especial à Amália, Ângela e Maria Clara, pela recepção na chegada à ESALQ, pela ajuda incessante para que estivesse bem acomodado e feliz nesta grande instituição de ensino;

À minha mãe, Rita, e ao meu pai, Eduardo, pelo contínuo apoio em todo o meu percurso académico, com amor e exigência, e pelas oportunidades que me foram dadas em todos estes anos, esperando um dia retribuí-las;

Aos meus irmãos, Pedro e João, à minha namorada, Filipa, e a todos os bons amigos, portugueses ou “esalquianos”, que me ouviram, aconselharam, incentivaram, entristeceram ou alegraram-se com cada episódio vivido até ao presente momento, fazendo-me sentir acompanhado a todo o instante;

Resumo

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta cultivada na larga maioria dos países tropicais e estudos genéticos relatam que a sua origem é na bacia amazônica, Brasil. Esta cultura utilizada primeiramente como alimento de grande relevo na dieta alimentar das populações dos trópicos, sobretudo as de baixo rendimento, possui inúmeras aplicações como o seu uso na alimentação animal ou na indústria alimentar, têxtil e energética; prevendo-se no futuro uma importância crescente desta cultura no domínio da exportação. Este trabalho primeiramente caracterizou a cultura da mandioca no âmbito agronômico e, seguidamente, traçou o contexto actual e as tendências económicas dos últimos 20 anos, à escala mundial e brasileira. Neste escopo, caracterizou-se a cadeia produtiva de amido no Centro-Sul brasileiro, realçando as respectivas oportunidades e limitações. A nível mundial, a mandioca está em ascensão, próxima à de outras grandes culturas, tendo apresentado uma evolução superior à batata, um tubérculo igualmente importante. No Brasil, esta cultura está economicamente estagnada, resultado de vários factores, aqui apresentados e discutidos. Relativamente ao mercado de derivados, tal como o seu amido e *chips*, este está dependente da procura chinesa, com fim a abastecer o seu programa de biocombustíveis. Estas e outras características do mercado e produção da mandioca serão referidas no presente trabalho para que seja conhecida de forma mais detalhada esta importante raiz, referida por alguns especialistas como “um presente de Deus”.

Palavras-chave: mandioca; raiz; cultura; economia; dualidade

Abstract

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a plant cultivated in the broad majority of tropical countries: genetic studies report its origin as from the amazonic basin from Brasil. This crop, used mainly as a food of great presence in the daily diet of the tropic populations, especially those of low income, has several applications such as its use in animal feeding as well as in the industries of food, textile, and energetic; predictions look to a future of growing importance of this crop in the exportation domain.

This work first shows a characterization of cassava crop in the agronomic area, to afterwards, build the current context and the economic tendency of the past 20 years at Brasil and world levels. In this scope, the productive chain of starch in the center-south region of Brasil is characterized, highlighting the respective opportunities and limitations. At a world level, cassava is in rise, close to other large scale crops, having had an evolution superior to that of sweet-potato, a equally important tubercle. In Brasil, this crop is economically stagnated, due to many factors, here presented and discussed. In relation to the market of derivatives, as are starch and *chips*, it is dependent of Chinese demand, to supply their program of biofuels.

These and other characteristics of the market and production of cassava will be referred in the present work so as to this important root can become better known, stated by some specialists as "a present from God".

Keywords: cassava; culture; root; crop; economy; duality

Extended abstract

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a plant cultivated in most tropical countries. Some recent studies, based upon the genetic analysis of *Manihot*'s populations, suggest its origin to be the Amazon Basin in Brazil. Thus, and because of its strong contribute to social development in Brazil, is called by several authors as "the most Brazilian economic plant".

The tuberous root is the most important part, since it is indispensable to feed the low-income populations. According to FAO, 700 million people are dependent on this culture to survive. Besides, it has a lot of other utilities, such as animal feed, industrial use to obtain starch, alcohol and bioplastics, feed modification, and so on. With this broad range of products, subproducts and uses, they foresee an increasing importance of this plant. It can contribute to a sustainable development of the poorer regions of the globe, with the opportunity of exportation and, consequently, make money.

This work encompassed a set of aims. Initially, it was made a characterization of the cassava culture in agronomic terms. Then, it aimed to draw a background of the economic trends in the last twenty years, with FAO's and IBGE's data as resource. Moreover, some specialists were inquired. In this scope, it was also characterized the productive range of starch in the Brazilian South-Centre, highlighting the opportunities of the latter.

In the characterization of crop, it was suggested that for a good production, the producer must assure the following conditions:

1. Soil: medium texture, ventilated, deep, not too sloping;
2. Precipitation rate around 1500 mm within 8/9 months;
3. Average annual temperature of 25°C, and never below 10°C;
4. Neither frost nor rough winds;
5. Photoperiod of 12 hours a day without shade.

However, being gathered ideal conditions for their development, there will be overproduction of foliage, the plant will blossom and generate seeds, which is contrary and even harmful to a good production of tuberous roots.

The best type of soil preparation (conventional preparation, minimum tillage and direct seeding) has been approached and discussed by several scientific articles. So far, it is not possible to assure what are the advantages and disadvantages of each type of preparation. But we can say that:

1. Soil density, porosity and penetration resistance are more suitable for root production in CP > MT > DS;

2. If aeration is high and density and resistance low, it is expected to have higher production of tuberous roots in CP;
3. Since both MT and DS are cheaper systems, compared to CP, the economic profitability is dependent on cassava production.

Regarding the technical and economical analysis, this dissertation aimed to prove an increase of the cassava production worldwide, showing a greater evolution than potato, a important tuber. The same analysis, made for Brazil, has shown a clear duality between North/Northeast and Mid-South. In the first, there is a rural, subsistence crop; on the contrary, in the second there is an industrial and quality crop. Furthermore, it was demonstrated how the evolution of cassava culture is stagnant in this country. Some causes that have been discussed are:

1. Culture approached as ignoble;
2. Changes in consumer habits, with better rents and more urban migration;
3. Small-scale production;
4. The existence of an institutional environment that is not attractive enough;
5. Competition with other cultures that generate bigger economic profits.

Derivatives markets, such as starch or *chips*, are dependent on Chinese demand, so as to supply their biofuels program. Such program is based upon the corn culture, but to fulfil the amounts of ethanol, the cassava starch is set aside, as a second choice.

As it was discussed throughout this work, the starch market contains a series of opportunities and limitations. The main opportunities are: the raise of the starch market worldwide; the low risk and high resilience of cassava culture; raw material with no genetic modifications, or endeavours to introduce them. On the other hand, the low productivity and tradition of cassava culture; the value chain instability; the low market price; the lack of mechanization, alongside the need of labour, are serious limitations for the manioc starch market development in Brazil.

These and other characteristics of the manioc market and culture will be referred throughout the present dissertation, in order to expose with detail such an important tuberous root, called by some specialists as “a gift of God”.

Índice

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xii
Introdução	1
I PARTE- ASPECTOS CULTURAIS.....	3
1- Origem e dispersão	3
2- Botânica da Mandioca	4
2.1- Taxonomia	4
2.2- Morfologia	4
2.2.1- Sistema radicular	4
2.2.2- Sistema caulinar	6
2.2.3- Sistema foliar	7
2.2.4- Inflorescência	7
2.2.5- Fruto.....	7
2.2.6- Semente	7
2.2.7- Germinação.....	8
2.3- Composição química.....	8
3- Toxicologia	8
4- Crescimento e Desenvolvimento.....	9
5- Melhoramento da mandioca.....	10
5.1- História	10
5.2- Citogenética.....	11
5.3- O que se procura com o melhoramento?	11
5.4- Métodos de melhoramento genético.....	11
5.4.1- Introdução e selecção de cultivares	11
5.4.2- Hibridação intra-específica.....	11
5.4.3- Hibridação interespecífica	12
5.4.4- Indução de poliplóides	12
5.5- Principais resultados e impactos	12
5.6- Para onde caminha?	13
6- Variedades	14

7- Ecofisiologia da Mandioca	15
7.1- Influência da água.....	15
7.2- Influência da temperatura.....	15
7.3- Influência de geadas	15
7.4- Influência do fotoperíodo e radiação	16
7.6- Influência de solos e de nutrientes.....	16
7.7- Influência de ventos	17
8- Tecnologia de Produção.....	17
8.1- Sistema de cultivo	17
8.2- Conservação e Preparação do solo	17
8.3- Material de Plantação.....	21
8.3.1- Selecção de hastes.....	21
8.3.2- Conservação de hastes	21
8.3.3- Tamanho das estacas.....	22
8.3.4- Preparação das estacas	22
8.3.5- Tratamento das estacas.....	22
8.6- Plantação.....	22
8.7- Espaçamento	24
8.8- Consociação de culturas	25
8.9- Irrigação.....	26
8.10- Fertilização.....	26
8.10.1- Calagem	26
8.10.2- Adubação	27
8.11- Técnicas culturais.....	30
8.11.1- Controlo de infestantes	30
8.11.2- Poda.....	32
8.12- Problemas sanitários da cultura.....	32
8.12.1- Doenças	33
8.12.2- Pragas.....	35
8.13- Rotação de culturas	36
9- Os diferentes sistemas de preparação do solo.....	37

10- Colheita	42
11- Produtos e Subprodutos	44
11.1- Alimentação humana	45
1.2- Alimentação animal	46
11.3- Indústria	46
11.3.1- Amido	46
11.3.1.1- Amido modificado	47
11.3.1.2- Vantagens na utilização de amido de Mandioca vs. Amidos cerealíferos	48
11.3.1.3- Desvantagens na utilização de amido de Mandioca vs. Amidos cerealíferos ...	48
11.3.2- Álcool	48
11.3.3- Bioplásticos	49
11.3.4- Subprodutos	50
II PARTE – ASPECTOS ECONÓMICOS e CADEIA PRODUTIVA	52
12- Economia e contexto mundial da cultura da Mandioca	52
12.1- Área Mundial e dos principais países produtores	54
12.2- Produção Mundial e dos principais países produtores.....	56
12.3- Produtividades. As maiores e dos principais produtores	58
12.4- Mercado Mundial de derivados da mandiocultura	60
12.4.1- Amido	61
12.4.2- <i>Chips</i>	64
13- Economia e contexto da cultura da Mandioca no Brasil.....	65
13.1- Dualidade no Brasil	66
13.2- Área da mandioca no contexto das grandes culturas brasileiras	68
13.3- Área da mandioca, por região.....	69
13.4- Produção, por região.....	69
13.5- Produtividade	70
14- Caracterização da cadeia produtiva no Centro-Sul brasileiro.....	71
14.1- Organização.....	71
14.2- Indústria de factores de produção e bens de capital	73
14.3- Sistema produtivo;.....	73
14.4- Transacções entre Produtor e Processador	74

14.5- Segmento de processamento;	76
14.6- Segmento de distribuição	77
14.7- Segmento de consumo.....	77
14.8- Ambiente Institucional	78
15- Perspectivas para 2013	80
16- Oportunidades e limitações.....	81
Conclusões Principais.....	82
Referências bibliográficas	84

Lista de Figuras

Figura I- Sistema radicular de uma planta de mandioca, com 11 meses de idade (do autor, 2013).....	5
Figura II- Raíz tuberosa com a representação das estruturas existentes (do autor, 2013)	5
Figura III- Pormenor do caule, com ramificação tricotômica (do autor, 2013).....	6
Figura IV- Pormenor de uma folha de mandioca, com 8 lóbulos e o longo pecíolo (do autor, 2013).....	7
Figura V- Plantadora comercializada pela empresa Planti Center, semi-automática, de 4 linhas (do autor, 2013)	20
Figura VI- Plantadora vista de outro ângulo, com o pormenor dos 4 locais de abastecimento do material vegetal para plantação (do autor, 2013).....	20
Figura VII- Pormenor das ferramentas junto ao solo. (1) abertura do sulco, com deposição do adubo, (2) deposição do material vegetal e (3) cobertura do sulco (do autor, 2013).....	20
Figura VIII- Representação de um mandiocal plantado com estacas, na posição horizontal (do autor, 2013)	24
Figura IX- Afofador em mostra na Feira de Tecnologia Agrícola 2013 em Ribeirão Preto. De notar a lâmina horizontal, a lâmina vertical, e os dois niveladores para a profundidade ser mais precisa (do autor, 2013).....	42
Figura X - Diferentes vias para aproveitamento da mandioca, com a descrição dos produtos possíveis (Camargo, 1985)	44
Figura XI - Imagem de microscopia electrónica demonstrando distintos grânulos, consoante a sua origem vegetal. Adaptado de Guinesi <i>et al.</i> (2006).....	46
Figura XII- Evolução da área mundial entre 1990 e 2011 (FAO, 2013).....	54
Figura XIII- Evolução da área de mandiocal nos 5 maiores países produtores (FAO, 2013) ..	55
Figura XIV- Evolução da quota (%) de cada país, na área mundial total de mandioca (FAO, 2013).....	55
Figura XV- Evolução da produção mundial entre 1990 e 2011, e a respectiva contribuição brasileira (%) (FAO, 2013)	56
Figura XVI- Evolução da produção de mandioca nos 5 maiores países produtores (FAO, 2013).....	57
Figura XVII- Evolução da quota (%) de cada país, na produção mundial de mandioca (FAO, 2013).....	57
Figura XVIII- Evolução da produtividade (t/ha) mundial e no Brasil, ao longo de 1990 a 2011 (FAO, 2013).....	58
Figura XIX- Comparação da produtividade mundial vs. Top 5 de países produtores (FAO, 2013).....	60
Figura XX - Evolução do mercado de amido de mandioca a nível mundial, em volume (FAO, 2013).....	61
Figura XXI- Importações de amido de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países importadores (FAO, 2013)	62

Figura XXII- Ocupação (%) da área total agrícola brasileira, de diferentes grandes culturas (IBGE, 2013).....	68
Figura XXIII- Ocupação da cultura da mandioca, em percentagem do total da área agrícola da região em estudo (IBGE, 2013).....	69
Figura XXIV - Produção de mandioca consoante as grandes regiões brasileiras (IBGE, 2013)	69
Figura XXV- Produtividade atingida em média pelos agricultores das diferentes regiões do Brasil (IBGE, 2013).....	70
Figura XXVI- Representação da cadeia agro-industrial da mandioca (Barros <i>et al.</i> , 2004).....	71
Figura XXVII- Representação da subcadeia agro-industrial da mandioca industrial (Barros <i>et al.</i> , 2004)	72
Figura XXVIII- Evolução da produção brasileira de fécula de mandioca entre 1990 e 2012 (ABAM, 1990 a 2003; Cepea – ESALQ/USP, de 2004 a 2012). (Cepea, 2013).....	76
Figura XXIX- Participação das regiões brasileiras no consumo de fécula de mandioca em 2012 (Cepea, 2013)	78

Lista de Tabelas

Tabela I- Taxonomia (APG III, 2009).....	4
Tabela II- comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos nas características físicas da planta (do autor, 2013)	38
Tabela III- Comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos na colheita (do autor, 2013).....	39
Tabela IV- comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos nas características de solo (do autor, 2013).....	40
Tabela V- Comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos no rendimento económico (do autor, 2013)	41
Tabela VI- Taxa de crescimento médio anual (%) da área, produção e produtividade em seis grandes culturas, verificado a nível mundial (FAO, 2013)	54
Tabela VII- Evolução, no período de 2006 a 2011, na produção, em milhões de toneladas, dos 10 maiores países produtores mundialmente (FAO, 2013).....	56
Tabela VIII- Preço pago ao produtor, em US\$/t, no período de referência entre 2005 a 2010 (FAO, 2013).....	58
Tabela IX- Evolução das produtividades (t/ha) desde 2006 até 2011, nos 10 maiores países produtores (por ordem decrescente) e no Mundo (FAO, 2013)	59
Tabela X- Exportações de amido de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países exportadores (FAO, 2013)	63
Tabela XI- Evolução das importações de <i>chips</i> de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países importadores (FAO, 2013)	64
Tabela XII- Evolução das exportações de <i>chips</i> de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países exportadores (FAO, 2013)	65
Tabela XIII- Taxa de crescimento médio anual (%) na área, produção e produtividade em diversas grandes culturas e a sua média no Brasil (FAO, 2013)	68
Tabela XIV- Produção total e participação dos estados na produção nacional de fécula entre 2010 e 2012 (Cepea, 2013)	76
Tabela XV- Quadro lógico de análise do sistema produtivo da mandioca (do autor, 2013)	82
Tabela XVI- Quadro lógico de análise do sistema produtivo na mandioca a nível mundial (do autor, 2013)	82
Tabela XVII- Quadro lógico de análise do sistema produtivo na mandioca no Brasil (do autor, 2013).....	83

Lista de abreviaturas

ABAM- Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca

AGF- Programa de Aquisição do Governo Federal

CEPEA- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical

CM- Cultivo mínimo

ECT- Economia de Custos de Transacção

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMBRATER- Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural

FAO- Food and Agriculture Organization (Nações Unidas)

FOB- Free on Board

HCN- ácido cianídrico

IAC- Instituto Agronômico de Campinas

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDATERRA- Instituto de Desenvolvimento Agrário do Estado do Mato Grosso do Sul

IITA- International Institute of Tropical Agriculture

PAPL- Programa de Arranjos Produtivos Locais

PC- Preparo convencional

SD- Sementeira directa

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEPROD- Embrapa Agropecuária Oeste e Secretaria de Produção

Introdução

Um aluno em formação para o grau de Mestre em Agronomia Tropical, com a oportunidade de dedicar seis meses de trabalho académico na realização de uma dissertação, deve preocupar-se com culturas tropicais importantes e relevantes para a população, pois é sobre essas que deve recair a atenção de um Engenheiro Agrónomo para trazer, através da sua ciência, um valor acrescentado. A escolha incidiu sobre a mandioca, um bem alimentar e industrial de grande importância e determinante no espaço tropical.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene e arbustiva, de grande adaptação e robusta. Permite a obtenção de uma grande variedade de produtos e subprodutos, destacando-se a raiz como bem de maior interesse, pela composição em amido, apesar da folhagem ter finalidades como a alimentação animal e, em alguns povos, humana.

É tida, por muitos, como uma cultura de subsistência, pouco nobre, fortemente negligenciada das políticas de desenvolvimento agrícola nacionais, recebendo estudos em melhoramento genético e biotecnológico menos notórios que as restantes das grandes culturas alimentares. Nunca teve o devido reconhecimento como cultura francamente importante no quadro mundial, nem o grau de estudo para melhorar as condições de cultivo e transformação da matéria-prima. Salvas excepções, ainda hoje é considerada como uma cultura para o agricultor pobre, cultivada em solos marginais, com pouca, ou nenhuma tecnologia envolvida. Um programa lançado em Roma, no ano de 2000, designado *Global Cassava Development Strategy*, pretende reverter o quadro actual da cultura, sabendo do alto potencial por explorar, tanto na melhoria da segurança alimentar como para o aumento do rendimento do agregado familiar, que ressalta à vista dos especialistas da Food and Agriculture Organization (FAO). Num fórum promovido por esta organização que contou com 80 especialistas de 22 países, sobre o futuro da mandioca chegou-se à conclusão que a mandioca deve ser a matéria-prima bruta para a formação de uma rede de subprodutos, aumentando assim a procura por este produto, a sua cadeia de valor e contribuindo para a transformação agrícola em países tropicais (FAO, 2013).

Em 1983, Câmara afirmou que 300 milhões de pessoas estavam dependentes deste alimento para ingerir as calorias indispensáveis à vida humana. Com base em dados recentes, e tendo em conta o grande aumento populacional ocorrido nas últimas três décadas, Rocha (2010) estimou que esse número se cifre entre 500 a 700 milhões, número parecido ao avançado pela FAO. De acordo com Nassar e Ortiz (2010), a mandioca contribui mais para o orçamento calórico mundial, em inglês *world's calorie budget*, que qualquer outro alimento, excluindo arroz e trigo, tornando-a indispensável no combate à fome.

O consumo *per capita* de mandioca está intimamente relacionado com o nível económico do local em estudo. Dados indicam um consumo mundial médio por habitante de 19,1 kg/ano. Quando olhamos para regiões ou países com menor poder aquisitivo, ou onde existe mais escassez, a importância da mandioca aumenta. Assim, em países em desenvolvimento, esse mesmo consumo

cifra-se nos 24,2 kg/ano, em países menos desenvolvidos, 62,8 kg/ano e na região mais pobre do Mundo, a África Subsariana a ingestão é de 106,4 kg/ano (FAO, 2008); definindo-se nesta parte do globo como alimento chave para a sobrevivência da população

Esta dissertação para a atribuição do grau de Mestre, tem por objectivos: (1) caracterizar a cultura da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), ou mandiocultura, através da revisão bibliográfica¹; (2) identificar oportunidades de intervenção no sistema produtivo; (3) realizar uma descrição e análise técnico-económica da mandiocultura no Mundo e no Brasil; (4) fazer a descrição da cadeia produtiva de amido de mandioca no Brasil.

1 Nota: Embora a mandioca seja fundamentalmente produzida e consumida por pequenos agricultores em todo o mundo, baseada numa agricultura “familiar” e de subsistência, o crescimento da sua produção na última década levou-nos a procurar na bibliografia a vantagem que poderá haver na melhoria das técnicas de produção da mandioca. Ao longo do texto, por isso, aparecerão referências a técnicas de produção evoluídas que, na maioria dos casos, ainda se afastam muito do comum da realidade mas que podem ser muito importantes para um novo entendimento da cultura.

I PARTE- ASPECTOS CULTURAIS

1- Origem e dispersão

A Mandioca, nos dias de hoje, é cultivada na grande maioria de países da faixa tropical do globo, compreendida entre os 30°N e 30°S de latitude, e é nesta área que a cultura tem maior importância (Lorenzi, 2012).

A mandioca é chamada da “mais brasileira de todas as plantas económicas” pela ligação muito forte no desenvolvimento social e económico do Brasil, tendo sido difundida pelas tribos indígenas por grandes extensões do território latino-americano actual (Conceição, 1987). Os tupis-guaranis dispersaram esta planta pelo litoral e sul do Brasil, tendo sido um alimento fundamental para este grupo indígena. Após os descobrimentos, os colonizadores portugueses consideraram de extremo interesse esta raiz, e introduziram-na primeiro na Guiné Portuguesa, e posteriormente em países como Angola e Moçambique. Outras colónias de domínio lusitano receberam a planta, como a Índia, o Ceilão e o Oriente. Actualmente, a mandioca está distribuída por todos os continentes, incluindo a Oceânia com plantações na Austrália, e na Europa com plantações no sul de Itália (Embrater, 1979; Conceição, 1987).

A grande difusão desta cultura prende-se em primeiro lugar com o valor calórico da raiz, as suas inúmeras utilizações e o seu rendimento que, juntos, impulsionam o interesse por difundi-la, mas também, pela grande habilidade em adaptar-se a variadas condições de clima e solo, sendo designada de planta “rústica”. Tem também uma alta capacidade de regeneração após um dano causado física ou ambientalmente (Conceição, 1987; Lorenzi, 2012).

Dentro do género *Manihot*, a espécie de interesse económico é apenas uma, a *M. esculenta*, mas esta descende de uma anterior designada *M. flabellifolia*. Segundo um estudo realizado com o objectivo de estudar a origem da mandioca, a cultura evoluiu a partir da espécie *M. flabellifolia*, com centro de origem no extremo sul da bacia da Amazónia, área pertencente ao actual Estado do Mato Grosso. Os investigadores argumentaram que dada a exactidão dos resultados obtidos pela análise genética, não houve necessidade de inferir qualquer outro tipo de espécie na origem da *M. esculenta* (Schaal; Olsen, 1999). Um artigo mais recente (Carvalho, 2005) baseando-se nas pesquisas da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, corrobora esta opinião.

Durante o século XX, surgiram opiniões muito diversas, considerando a mandioca uma planta americana, outros afirmavam ser africana, ainda asiática e por fim proveniente de Ilhas do Pacífico (Conceição, 1987). Ficou assim esclarecida, pelo uso de tecnologia moderna de análise de ADN, uma dúvida levantada por diversos autores sobre este tema.

2- Botânica da Mandioca

2.1- Taxonomia

A taxonomia actual da planta pelo Sistema APG III de 2009, *The Angiosperm Phylogenic Group* (Grupo de filogenia das Angiospermas) que é formado por pesquisadores conceituados de diversas nacionalidades, foi definida como:

Tabela I- Taxonomia (APG III, 2009)

Reino	<i>Plantae</i>
Divisão	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordem	<i>Malpighiales</i>
Família	<i>Euphorbiaceae</i>
Tribo	<i>Manihoteae</i>
Género	<i>Manihot</i>
Espécie	<i>Manihot esculenta</i> Crantz

2.2- Morfologia

2.2.1- Sistema radicular

Pela importância nutritiva e económica deste órgão, a morfologia deve ser mais explicativa que a de outros órgãos. As raízes são tuberosas e amiláceas, apresentando diferentes conformações consoante as variedades, podendo ser: cónicas, cilíndricas, fusiformes, estranguladas, tortuosas ou também globulosas. Uma raiz em forma tortuosa ou estrangulada terá um rendimento industrial menor, pois o seu descascamento mecânico por atrito será menos preciso, levando a desperdícios. Ocorrem, variavelmente, em número entre 7 a 12 por planta. O tamanho da raiz é função da variedade e do cultivo, podendo atingir mais de um metro de comprimento, sendo estas também pouco desejadas na indústria pelo risco de perdas ser superior por quebra. Idealmente, as raízes devem ter de 30 a 40 cm (Embrater, 1979; Conceição, 1987).

Figura I- Sistema radicular de uma planta de mandioca, com 11 meses de idade (do autor, 2013)



Não possuem gemas adventícias, e as raízes de reserva localizam-se preferencialmente à profundidade de 0 a 30 cm. Em plantas de ciclos longos, as raízes atingem profundidades de 0,9 a 1,40 m (Bernardes *et al.*, 2009), podendo por esta razão adivinhar problemas na mecanização desta cultura, nomeadamente, na colheita. Cortando transversalmente a raiz observar-se-ão diversos componentes (Figura II).

Figura II- Raiz tuberosa com a representação das estruturas existentes (do autor, 2013)



Na parte mais externa existe uma película suberosa protectora (a), também designada felema, que por atrito se esfolia. Apresenta-se com diferentes colorações, como castanha, branca ou cinzenta, e diferentes texturas, variando entre lisa e muito rugosa (Conceição, 1987; Bernardes *et al.*, 2009).

Depois surge o córtex ou camada cortical (b) e o floema. Esta camada possui células ricas em amido, com boa consistência, sendo branca, creme, amarela, rosa ou roxa. O floema detém diversos anéis concêntricos contendo uma substância leitosa que pode ter linamarina, que por hidrólise liberta ácido cianídrico, HCN, que é o princípio venenoso desta planta (Embrater, 1979, Conceição, 1987 e Bernardes *et al.*, 2009). O teor de HCN na planta vai classificar as variedades em mansas, intermediárias ou bravas, sendo que as mansas destinam-se para consumo em fresco e as bravas para fornecer a indústria (Lorenzi, 2012).

Por último, surge a região de acumulação de amido, armazenado em células parenquimatosas, no cilindro central ou zona carnosa (c). No centro surge o câmbio vascular e o xilema, composto por feixes de fibras formando um “cordão grosso, branco de natureza celulósica”, disposto longitudinalmente (Conceição, 1987; Bernardes *et al.*, 2009).

2.2.2- Sistema caulinar

Apresenta crescimento contínuo, com diversos hábitos de ramificação: erecto, dicotómico, tricotómico (Figura III) e tetracotómico. É subarbustivo, com uma altura variável entre 1,0 a 2,0 m. Inicialmente é de cor verde e pouco propício a quebrar, mas em fase já desenvolvida, adulta, torna-se acinzentado ou acastanhado, lenhoso e quebradiço. Possui entrenós bem definidos e é rico em gemas, utilizadas depois para a propagação vegetativa (Câmara, 1983; Conceição, 1987).

Figura III- Pormenor do caule, com ramificação tricotómica (do autor, 2013)



2.2.3- Sistema foliar

As folhas desta planta são simples, incompletas, digitinérveas, longamente pecioladas, lobuladas e estão inseridas no caule em disposição alterna-espiralada. Possui estípulas e lóbulos, em número de 5 a 7 por folha, na maioria dos casos. O pecíolo, dependendo da variedade e da idade da planta tem tamanho e cor variáveis (Embrater 1979; Conceição, 1987; Bernardes *et al.*, 2009).

Figura IV- Pormenor de uma folha de mandioca, com 8 lóbulos e o longo pecíolo (do autor, 2013)



2.2.4- Inflorescência

Localizadas onde os galhos bifurcam, as flores são unissexuadas, sem corola, com cálice petalóide de cinco sépalas. As flores masculinas são mais reduzidas, em número superior, de forma arredondada, encontrando-se nas extremidades da inflorescência, e o cálice destas está dividido até meio; as flores femininas são maiores, em menor quantidade, de forma alongada, dispostas na parte inferior da inflorescência, com cálice dividido até à base. A planta da mandioca tem dicogamia protogínica, isto é, na mesma inflorescência de uma mesma planta, as flores masculinas amadurecem uns dias depois das flores femininas, assim, favorece-se a polinização cruzada pela acção do vento ou insectos. Diz-se por isto que a mandioca é uma planta alógama (Embrater 1979; Bernardes *et al.*, 2009).

2.2.5- Fruto

É uma cápsula contendo três sementes, designando-se por isso tricoca, com deiscência loculicida e septicida, abrindo-se em seis válvulas, quando amadurece ou se encontra seco (Embrater, 1979).

2.2.6- Semente

São pequenas, carunculadas acinzentadas, “providas de testa e tegumento, micrópila, hilo, rafe e chalaza”. Podem-se assemelhar a sementes de purgueira. Possui folhas cotiledonárias grandes, com embrião central e endosperma oleaginoso (Conceição, 1987).

2.2.7- Germinação

Na falta de bibliografia mais recente que fizesse referência à germinação da semente de mandioca, e recorrendo à existente, Conceição (1987) argumenta que a germinação tem sido estudada, mas ainda pairam muitas dúvidas acerca da viabilidade da semente, poder germinativo e número de dias até ocorrer a germinação da semente.

2.3- Composição química

A mandioca é chamada de um alimento energético, por possuir um elevado teor em amido e um baixo teor de proteína:

Raízes- 60 a 65% Humidade, 21 a 33% Amido, 1 a 1,5% Proteína, 0,8 a 0,24% Lípidos, 0,6 a 0,9% Cinza;

Ramos e Folhas- 70% Humidade, 15% Hidratos de Carbono, 3,5% Proteína, 1,6% Lípidos, 0,1% Cinza;

De realçar que os ramos e folhas possuem maior teor proteico que as raízes, razão pela qual, são também aproveitados para alimentação humana, além da animal (Embrater, 1979).

3- Toxicologia

A mandioca é uma planta cianogénica, pois contém compostos ciano glicosídeos + enzimas que os degradam (linamarina e linamarinase, respectivamente), libertando ácido cianídrico (HCN). Na natureza terá surgido por defesa contra a acção de pragas e doenças e, portanto, no caso de uma ferida na planta ou picada de insecto os dois componentes, substrato e enzima entram em contacto, formando veneno. Na planta, estes reagentes encontram-se em concentrações elevadas nas folhas novas (330 ppm) e pecíolos jovens (750 ppm), ou hastes velhas (680 ppm), concentrações estas sete a doze vezes superiores às concentrações na polpa da raíz, 55 ppm (Lorenzi, 2012).

Existem diversos tratamentos possíveis para desintoxicar a planta, como fermentação, prensagem e lavagem, e calor a 180°C. O mais utilizado é a fragmentação e secagem, libertando-se no decorrer do processo, por volatilização, o HCN (Lorenzi, 2012).

De acordo com um estudo realizado por Cardoso *et al.* (2004), o processo de fabrico de farinha no Brasil e na África Ocidental (aqui designada de “gari”) amplamente utilizado permite uma diminuição do teor de HCN oito vezes menor que o processo de fermentação, e seis vezes menor que o processo de secagem. Assim, uma boa parte da população africana, não efectua uma desintoxicação segura das raízes. Esta será a principal causa para o aparecimento da doença konzo, causando paralisias aos indivíduos afectados.

Através de uma pesquisa em dez farinhas de mandioca diferentes, Bradbury (2005), sugeriu que deve ser transmitido e apreendido pela população um novo método, simples e realizado ao longo

do dia, que reduz o teor de HCN em 3 vezes. Este consiste em, pela manhã, pôr a farinha em água, 1:1,25, e posteriormente colocar num recipiente a 30°C durante 5 h. Durante a tarde, esta farinha, ainda húmida estará apta para ser cozinhada de forma segura.

O consumo de raiz fresca, a níveis seguros está dependente do peso, da nutrição e capacidade de cada organismo vivo em eliminar, normalmente pela via da urina, o composto tóxico. O teor do ácido depende: (1) do genótipo, variedade, (2) das condições ambientais, (3) do estado fisiológico da planta, tal como a idade e a nutrição e, (4) da condução da cultura, como adubação ou colheita. As variedades são classificadas consoante o teor em HCN da polpa das raízes: mansas ou bravas (Lorenzi, 2012). Na indústria de processamento não se corre riscos de intoxicação pois, no decorrer do processo de transformação, dá-se a remoção quase total do HCN (Lorenzi, 2012).

O Instituto Agronómico de Campinas (IAC) classifica as variedades consoante a toxicologia em “mansas”, se o teor de HCN na polpa crua das raízes for inferior a 100ppm; “intermédias”, se esse mesmo teor estiver na concentração entre 100 e 200ppm; ou “bravas” se existir mais de 200ppm de HCN na polpa crua das raízes. Esta é a classificação mais recente, e a utilizada pelo autor nesta revisão.

4- Crescimento e Desenvolvimento

O período de desenvolvimento desta planta pode ser separado em 5 fases fisiológicas, segundo definido por Conceição (1987) e citado em Castro e Klunge (1999). Os factores ambientais, culturais e genéticos (da variedade) definem qual a duração de cada fase.

O abrolhamento das estacas é a primeira fase, tardando cerca de 15 dias, caracterizando-se pelo surgimento “de raízes na região dos nós e na extremidade basal das estacas”, desde o quinto dia após a plantação. Posteriormente surgem talos, seguido de folhas diminutas, 10 a 12 dias após a plantação. As folhas verdadeiras, na fase 2, são expandidas depois de um mês desde a plantação e, neste momento, o processo fotossintético inicia-se. Até esse início, o crescimento de órgãos dá-se à custa de reserva na estaca. Ocorre também um enraizamento mais profundo (até 50 cm de profundidade). Tem a duração média de 70 a 80 dias. Na fase 3, que se verifica durante cerca de 90 dias, dá-se a definição do porte da planta, com o desenvolvimento da parte área e ramificações. As folhas atingem a expansão máxima, 15 dias após o início do seu crescimento e têm uma longevidade de 60 a 120 dias (Castro; Klunge, 1999). Segundo o mesmo autor, o engrossamento das raízes de reserva, corresponde à fase 4 da cultura. Este engrossamento é o resultado da translocação de hidratos de carbono das folhas para as raízes, acumulando-se na forma de amido, ao mesmo tempo, dá-se a lignificação dos ramos. Esta fase dura cerca de 5 meses. Por fim, a quinta fase é a “fase de repouso”, na qual diminui a emissão de folhas e aumenta a senescência, reduzindo-se a área foliar. Esta fase indica o final do ciclo vegetativo, secando as pontas terminais (30 a 50 cm). Terminada esta fase, a planta completou um ciclo de 9 a 12 meses, depois da qual, inicia um novo período de

produção vegetativa, acumulação de matéria seca e novamente a perda de folhas e entrada em repouso (Castro; Klunge, 1999).

A mandioca de um ciclo, como o nome indica, teve apenas um conjunto das 5 fases acima descritas. A de dois ciclos teve dois períodos vegetativos, correspondendo a dois anos agrícolas. Para consumo humano as plantas são colhidas, geralmente com um ciclo, pela melhor palatabilidade, e para fins industriais, com dois ciclos, por serem mais produtivas (Lorenzi, 2012).

Segundo conferido pelo estudo de Samboranza *et al.* (2011), corroborando os estudos de Conceição (1987) e Sagrilo *et al.* (2002), a mandioca de dois ciclos apresenta uma altura superior, maior número final de folhas na haste principal, e uma produtividade em raízes “cerca de duas vezes maior” que a planta de apenas um ciclo. A velocidade de emissão de folhas é idêntica entre os dois tipos de ciclo.

5- Melhoramento da mandioca

5.1- História

Existe em vários países importantes projectos de melhoramento de mandioca, nomeadamente na Colômbia e na Nigéria. No Brasil, os maiores bancos de germoplasma encontram-se na Embrapa (Cruz das Almas, Bahia) e no Instituto Agronómico em Campinas (IAC). Este último surgiu nos anos 20 mas, só na década de 40 foi intensificado para corresponder à procura por variedades mais evoluídas, gerando as primeiras técnicas de produção a escala comercial pois, até então, existia técnica de produção em escala pequena ou de subsistência. O principal objectivo do IAC é obter variedades com teores de matéria seca altos e com maior produtividade, com visão para a indústria, permitindo a valorização da plantação (Bazzo, 2007). Pela mesma altura fundou-se a divisão da Embrapa, Mandioca e Fruticultura. O primeiro passo do melhoramento envolveu intensos trabalhos de campo, para a formação de um banco de germoplasma constituído pelas variedades existentes (Dourado, s.d.). Na Colômbia, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a partir da década de 70, alargando o programa da Revolução Verde à cultura da mandioca, iniciou o seu programa de melhoramento, coleccionando germoplasma, sendo que nas décadas seguintes o objectivo foi a aplicação do melhoramento em países da América Latina, Ásia e África. Por essa altura, a produtividade, ou “yield”, duplicou e o conteúdo em matéria seca da raiz cresceu 20% (Kawano, 2003). Actualmente no melhoramento desta cultura, o financiamento afastou-se de órgãos públicos e provém do sector privado em particular pela indústria, incorporando metodologias de pesquisa com a participação de agricultores e ainda aplicando a biotecnologia como ferramenta (Farias *et al.*, 2006). Existem programas de melhoramento activos, em praticamente todos os países produtores, ou seja, em quase toda a extensão dos trópicos.

5.2- Citogenética

Esta planta é considerada uma espécie alotetraplóide, com $2n=36$ cromossomas e um número básico $x=9$, formando na meiose 18 bivalentes, ou seja, 18 conjuntos de dois cromossomas homólogos. (Farias *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2009)

5.3- O que se procura com o melhoramento?

A principal meta é desenvolver variedades que possuam altos rendimentos e estáveis, com características de qualidade elevada na raiz, solucionando também problemas de pragas e doenças que influem na cultura sendo que, por vezes, variedades resistentes são a única solução possível. Procura-se ainda que todos os intervenientes da cadeia, agricultores, processadores e consumidores, saiam beneficiados (Embrapa, 2006; Fukuda, 2006). Os objectivos específicos de um melhoramento varia com a procura da produção, processamento e mercado, sendo únicos para cada região ou país (Dourado, s.d.; Farias *et al.*, 2006).

5.4- Métodos de melhoramento genético

A mandioca é altamente heterozigótica para grande parte dos *locos*, assim a segregação ocorre na primeira geração. A selecção dos híbridos F1 dá-se logo na fase de plântula, ou “seedling”, sendo cada individuo seleccionado propagado vegetativamente, realizando-se posteriormente testes de produtividade. O processo é demorado pela baixa taxa de propagação da cultura (Farias *et al.*, 2006). Segundo Fukuda (2006) os métodos de melhoramento são definidos em função “do seu modo de reprodução, da variabilidade genética disponível, do modo de propagação e os objectivos do programa”, sendo que para a mandioca, como Borém (2005) indica, a escolha do método define-se pelas características genéticas da espécie, o hábito de florescimento e polinização, o seu modo de propagação vegetativa e a baixa taxa de produção de sementes por polinização:

5.4.1- Introdução e selecção de cultivares

Formação de colecções de cultivares, colectados da região onde se destina o resultado do melhoramento; realização de testes de produtividade com a participação de produtores, em vários locais e anos (Dourado, s.d.);

5.4.2- Hibridação intra-específica²

Este é o método mais usado, para criar variabilidade ou transferir características desejadas. Consiste num cruzamento entre parentais de uma mesma espécie, com características complementares, seleccionando-se fenotipicamente os clones. A performance de diferentes locais,

² Nota: na hibridação, intra ou interespecífica, utiliza-se polinização aberta ou controlada, sendo a 2ª mais eficiente, apesar de ser mais onerosa.

em diferentes anos, dita qual os clones com interesse para o melhoramento. Este método depende essencialmente de uma avaliação fenotípica das variedades parentais certa e rigorosa (Dourado, s.d.);

5.4.3- Hibridação interespecífica

Esta forma de melhoramento implica a utilização de outras espécies dentro do género *Manihot*. De acordo com Fukuda (2006), já existe diversidade genética para todas características agronómicas importantes dentro da espécie *Manihot esculenta*. Logo, o interesse do estudo de outras espécies para hibridar é discutível. Num estudo recente, Santos *et al.* (2011), relativo a este método de melhoramento, denotaram incompatibilidades, sem justificação fundada, concluindo que é necessário mais estudo sobre esta temática;

5.4.4- Indução de poliplóides

Consiste no mecanismo de aumentar o número de haploidia da planta, sendo pouco utilizado embora seja uma área de estudo promissora (Hahn *et al.*, 1990).

5.5- Principais resultados e impactos

No início do melhoramento, década de 40, baseado em técnicas simples de cruzamento, produziu-se variedades que trouxeram aumentos na produtividade e no teor de matéria seca da raiz. Ainda, para fins de alimentação humana, diminui-se a componente venenosa da planta.

Nassar e Dorea (1982), por melhoramento tradicional, criaram uma variedade com 3 vezes mais conteúdo (4,5%) em proteína que as variedades conhecidas. Nos dias de hoje, junta-se este tipo de mandioca na farinha de trigo do pão, diminuindo as importações brasileiras.

Segundo referenciado nos artigos de Guthrie (s.d.) e Nweke (2009), o pesquisador Sang Ki Hahn, no International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Nigéria, encontrou e tornou disponível em 1977, após 6 anos de estudo, um conjunto de variedades resistentes contra o vírus do mosaico, considerado o feito principal no melhoramento da mandioca. Existiu um grande esforço de difusão, constituindo-se uma equipa composta por centenas de extensionistas, resultado: a família de cultivares com esta característica está actualmente presentes em 4 milhões de hectares na África Subsaariana. Posteriormente, na década de 80, foram abrangidos também os países do Gana e do Uganda. O impacto foi imenso, com a produção *per capita* a aumentar, e o preço do mercado a cair, permitindo maior consumo. Actualmente a Nigéria é o maior produtor mundial, em grande parte pelo sucesso do programa exemplificado aqui.

Desde o ano de 2000 até ao presente, um grupo de investigadores de Brasília, elaboram estudos e testes sob uma variedade que se reproduz sexuada e assexuadamente, permitindo propagação por semente, reduzindo desta forma o risco de infecção da planta, quer por vírus, quer por bactérias. A variedade está prestes a ser lançada aos agricultores, segundo Nassar e Ortiz (2010).

Entre 2007 e 2010, uma equipa de investigadores no Brasil, produziu por melhoramento, mandioca com teor 50 vezes superior em β -caroteno, precursor da vitamina A, às variedades até agora utilizadas. O estudo desta variedade enriquecida já se encontra em fase de teste de campo (Nassar; Ortiz, 2010). O enriquecimento em β -caroteno da mandioca é fundamental para uma maior segurança alimentar das populações, em especial das populações pobres que se alimentam à base deste produto, diminuindo o risco de contrair hipovitaminose A, que causa a cegueira parcial ou total e mesmo a morte a milhares de crianças no mundo. O consumo correcto de vitamina A reduz 23% risco da mortalidade infantil (Mezette, 2007). A fortificação de alimentos deve ser uma prioridade da ciência para África, principalmente.

Nos dias de hoje, estuda-se em campo, uma variedade que possui quantidades de raízes profundas superiores ao normal, para aguentar maiores condições de seca, e ao mesmo ter boas produtividades. Em Petrolina (Pernambuco), um dos locais mais secos do Brasil, houve tolerância por parte da planta à falta de água, assim a equipa está numa fase nova, que é cruzar esta variedade, com uma mais produtiva, para conseguir “o melhor dos dois mundos” (Nassar; Ortiz, 2010).

Outra linha de pesquisa actual é a descoberta de variedades de mandiocultura resistentes à cochonilha *Phenacoccus manihoti* criadas, com sucesso, por produtores na região de Brasília. Podem ser enviadas e cultivadas em países onde surja um ataque forte deste insecto (Nassar; Ortiz, 2010).

5.6- Para onde caminha?

De acordo com Farias *et al.* (2006) que pela bibliografia consultada são os autores mais citados neste tema, indicam que na década de 20, deste século, “as raízes e tubérculos integrarão o mercado emergente” pela grande eficiência produtiva, adaptativa e pelo largo espectro de produtos, de elevada qualidade para a alimentação humana, animal e para a indústria. Haverá uma contribuição maior para a segurança alimentar das populações, pela grande adaptabilidade deste tipo de culturas, melhorando a vida do agricultor subsistente. Este crescimento na eficiência, adaptação, qualidade e interesse será dado pela utilização: (1) da genética moderna, pelo uso de fontes genéticas distintas e transformação genética; e (2) do melhoramento tradicional, ainda com muito para se estudar. Actualmente o conhecimento avança na análise genética da estruturação populacional das espécies do género *Manihot*, como comprovado pelos estudos de Faraldo, *et al.* (2000), Zaldivar *et al.* (2004), Zacarias *et al.* (2004), Siqueira *et al.* (2010), Oliveira *et al.* (2011a).

Os desafios para o futuro, que Farias *et al.* (2006) solucionam pelo uso da biotecnologia são:

- Diminuir a deterioração pós-colheita;
- Genótipos produzindo amidos específicos para cada finalidade;
- Tornar o cultivo mais adaptado à mecanização;
- Formar genótipos acianogénicos;

6- Variedades

Esta cultura possui grande variabilidade genética, estando catalogadas, actualmente, no Brasil mais de 4 mil variedades, guardadas em colecções e bancos de germoplasma de diversas instituições de pesquisa. A vantagem de tão grande número de variedades é permitir uma melhor adaptação a condições específicas de solo, clima, localização e processamento, havendo uma resposta para cada caso, sabendo de antemão que este material apresenta adaptação localizada, isto é, o seu comportamento vegetativo está interligado com o ambiente, resultado da sua selecção e conservação ter sido realizada por agricultores, nas suas lavouras. Com a existência de novas formas de aproveitamento dos produtos desta cultura, surge uma procura crescente de novas variedades, e também ocorre a expansão da fronteira agrícola (Embrapa, 2006).

Apesar do grande número de variedades, não existe uma que possua todas as condições ideais, logo, a escolha deve-se adequar consoante a finalidade do produto, a duração do ciclo e a localização do campo. Para a indústria de amido, a raiz deve ter: (1) alta produtividade, (2) alto teor de amido; (3) polpa, córtex e película de cor branca, (4) fácil remoção da película e (5) “raízes grossas e bem conformadas”, com parte aérea (6) de arquitectura favorável aos cuidados culturais e (7) muitas gemas. Para a produção de farinha, características iguais às da indústria de amido, e no Norte do Brasil valoriza-se também a coloração amarelada. Para alimentação animal, deve possuir: (1) grande crescimento da parte aérea e bom rendimento da raiz, (2) com boa retenção foliar, (3) teor elevado de proteína nas folhas, (4) com baixo teor de ácido cianídrico (HCN). Para consumo humano, a escolha da variedade deve ser: (1) principalmente o baixo teor de HCN, traduzindo-se num consumo seguro, considerando posteriormente (2) o tempo de cozedura, (3) a palatabilidade, (4) “ausência de fibras na massa cozida”, e (5) pouco deterioração pós-colheita (Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

Segundo a duração do ciclo, as variedades podem ser precoces, menos de 14 meses, semi-precoces, 14 a 16 meses, tardias, ciclo superior a 18 meses (Embrapa, 2006). As variedades recomendadas para cada região do Brasil segundo as publicações Embrapa (2006) e Lorenzi (2012) são:

- Principais variedades para a região Norte: BRS Purus, Zolhudinha, Mãe Joana, Poti e Mani;
- Principais variedades para a região Nordeste: Formosa, Mani Branca, Arari, BRS Guaira, BRS Mulatinha, BRS Gema de Ovo, Crioula, entre outras;
- Principais variedades para a região Centro-Oeste: IAC 24-4, IAC 12-829, IAC 1-127, EAB 81, entre outras;
- Principais variedades para a região Sul: Fibra, Olho Junto, Fécula Branca, Mico, IAC 14, IAC 13.

7- Ecofisiologia da Mandioca

A mandioca é uma planta originária dos trópicos, desenvolvendo-se em ótimas condições nos climas com propriedades de calor e humidade, sendo muito afectada por geadas. Tem uma grande adaptabilidade o que confere a vantagem de poder ser plantada também em climas subtropicais (Embrater, 1979). Nos próximos pontos comenta-se a influência de cada factor ecológico na condução da cultura.

7.1- Influência da água

É uma planta adaptada a condições de seca com duração de até 6 meses, e segundo vários autores citando Conceição (1987) a precipitação ideal será entre 1000 a 1500 mm anuais, bem distribuída, tendo capacidade de suportar até 4000 mm. As maiores produções obtidas, constatado pelo autor acima referido, deram-se quando a plantação, abrolhamento das manivas-semente e estabelecimento da cultura coincidiram com a época de maior precipitação. Após este período, a planta ganha resistência ao défice hídrico, em grande parte devido ao alto volume de solo explorado pelas raízes profundas. O défice hídrico nessa fase inicial de 5 meses conduzirá a perdas severas, pela diminuição da transpiração, reduzindo a área foliar. Para uma nova formação de folhas, e restabelecimento da capacidade fotossintética da planta, perder-se-á amido de reservas, tornando-se assim um dos principais factores limitantes a boas produtividades. Grande parte das plantações de mandioca actuais está situada em regiões que passam por défices hídricos anuais de moderados a severos (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Castro; Klunge, 1999; Embrapa, 2006).

7.2- Influência da temperatura

Após a consulta bibliográfica, há uma concordância na comunidade científica acerca do limite inferior térmico para a mandioca. Com temperaturas inferiores a 15°C, o ciclo vegetativo desta cultura paralisa, com consequências prejudiciais, como crescimento nulo, queda de folhas e consequente perda de índice de área foliar, diminuição da produção e aumento da concentração de precursores do HCN. Surgem opiniões distintas quando tratamos das temperaturas ótimas anuais. Lorenzi (2012), indicando os mesmos valores que Conceição (1987), considera o intervalo entre 25 a 30° como o ideal, por sua vez, no manual técnico da Embrater, as temperaturas oscilam entre 20 a 30°, já Castro e Klunge (1999), e mais recentemente Embrapa (2006) toma este intervalo ideal como 20 a 27°. Uma coisa é certa, cada variedade tem uma temperatura que melhores resultados traz, evidenciando uma interacção genótipo-temperatura.

7.3- Influência de geadas

A planta por ser adaptada a climas tropicais, é muito susceptível aos danos por geada, causando danos graves nos tecidos e comprometendo as produções finais. Recomenda-se que antes da temperatura descer dos 10°C, se opte por realizar uma poda para minimizar estes estragos (Conceição, 1987).

7.4- Influência do fotoperíodo e radiação

O fotoperíodo ideal é de 12 horas diárias e, caso aumente, surgirão perdas. Como é uma cultura tropical, está pouco sujeita a este tipo de problema. Em dias longos (12 horas) produzirá mais vegetação, e caso sejam dias mais curtos, terá maiores reservas (Conceição, 1987; Castro; Klunge, 1999; Souza *et al.*, 2006; Lorenzi, 2012).

A mandioca necessita de uma boa quantidade de energia incidente para se desenvolver correctamente. Segundo Castro e Klunge (1999), quanto mais elevada for a radiação incidente na planta, maior a produção de matéria seca. Podemos afirmar então que qualquer consociação, principalmente com uma cultura de crescimento inicial maior, expondo a mandioca ao ensombramento, diminui a radiação incidente, conseqüentemente, prejudica a produção e alonga o ciclo vegetativo. É o caso da consociação com milho. Num estudo da autoria de Cock (1974), citado por Conceição (1987), caso se ensombre uma planta de mandioca, ao fim de 5 meses, haverá uma perda de 20% em peso da raiz, quando comparada com uma planta a céu aberto. Estes dois estudos comprovam que a diminuição da radiação reduz a taxa de crescimento, e diminui os produtos de reserva (Conceição, 1987, Castro; Klunge, 1999, Lorenzi, 2012). Numa outra publicação, Cock (1982) conclui que para atingir-se boas produções de raízes tuberosas, a planta deve alcançar rapidamente um índice de área foliar em torno de 3, ou seja, três metros quadrados de área foliar, por cada metro quadrado de solo, e mantê-lo durante o ciclo.

7.6- Influência de solos e de nutrientes

O pH ideal situa-se entre 5 e 6. A planta de mandioca possui um elevado espectro de solos possíveis de ser cultivada mas, estes devem ser profundos, drenados, frescos e leves (com boa porosidade). Solos com 15 a 35% de argila, textura média, são ideais, pois permitem o bom desenvolvimento radicular e a presença de oxigénio (factor determinante para ocorrer a acumulação de amido). Segundo um estudo do IAC, referido por Embrater (1979), a mandioca é uma das culturas que mais expõe o solo à erosão, devendo seleccionar para produção também solos em regiões planas, ou próximas disso. Solos sujeitos a encharcamento conduzirão a podridões radiculares e asfixia da planta; para circundar este problema cultiva-se em camalhões nestes solos. Solos pesados podem levar a má formações radiculares, pela dificuldade da raiz em “derrotar” as ligações do solo. Apesar destes exemplos de exigências, a mandioca é conhecida como cultura possível em solos já esgotados, pela maior profundidade radicular, sendo uma alternativa para solos pobres, em particular em África, para sociedades dependentes de agricultor, e sem meios para manter os solos com a fertilidade adequada (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Souza *et al.*, 2006; Bernardes *et al.*, 2009; Lorenzi, 2012).

A cultura é exigente em nutrientes, pela elevada quantidade de matéria seca extraída. Deve-se portanto devolver, sempre que possível, os nutrientes extraídos. O potássio é um elemento crucial pela importância em processos metabólicos e por ser muito exportado. A planta possui uma estratégia para contornar este problema que é a existência de associações planta-micorrizas,

garantindo os níveis adequados para o correcto desenvolvimento da cultura (Conceição, 1987; Carvalho *et al.*, 2007).

7.7- Influência de ventos

Em regiões muito ventosas deve-se utilizar quebra-ventos para minimizar prejuízos ou perdas de plantas pela acção do vento. Recomenda-se *Phyllostachys aurea*, *Grevillea robusta*, *Cedrella*, *Mangifera indica*, Citrus, entre outros (Conceição, 1987).

Resumindo a informação, para boas produções deverão estar reunidas as seguintes condições: (1) solo textura média, arejado, profundo, e pouco inclinado, (2) precipitação na ordem dos 1500 mm em 8/9 meses, (3) temperatura média anual de 25°C, e nunca inferior a 10°C, (4) sem ocorrência de geadas nem vento forte, (5) com um fotoperíodo de 12 horas diárias e sem ensombramento. No entanto, não pode haver demasiado “facilitismo” para a planta de mandioca, caso contrário, estando reunidas condições ideais ao seu desenvolvimento irá produzir muita ramagem, florir e produzir semente. Isto é contrário e prejudicial para uma boa produção de raízes tuberosas.

8- Tecnologia de Produção

Neste capítulo tratar-se-á em pormenor os aspectos culturais da mandioca.

8.1- Sistema de cultivo

Existem diversos sistemas de cultivo de mandioca: por sulco ou camalhão, por cova, com estaca horizontal, estaca vertical ou inclinada, em cultivo mínimo, sementeira directa ou preparo convencional, entre outros. Para se optar por uma, devemos considerar o tipo de solo, o regime hídrico, a disponibilidade de equipamentos ou mão-de-obra, o tamanho da parcela, a disponibilidade financeira do produtor, a tradição na região de cultivo, entre outros factores (Ospina, 2002; Embrapa, 2006).

8.2- Conservação e Preparação do solo

Nos trópicos, a problemática da erosão ou desgaste da camada arável de solo assume contornos vitais pelas condições climáticas que prevalecem. A temperatura alta e a presença de água na camada superficial do solo, quase constantes ao longo do ano, traduzem-se numa taxa de mineralização muito alta, ou seja, os resíduos vegetais depositados de anteriores culturas, que serviriam para “vestir” o solo, são decompostos, deixando de ter uma acção benéfica. Logo, o solo

ficará descoberto e muito vulnerável ao impacto das gotas de chuva ou ao escoamento superficial de água, nutrientes e matéria orgânica, traduzindo-se na desagregação e perda de solo (Cadavid, 2002).

Caso não se tenha em consideração este fenómeno para as decisões envolvendo uma cultura agrícola, como técnicas a utilizar, rotação ou consociação a escolher, pode haver prejuízos físicos graves, reduzindo a fertilidade do solo, desta forma impossibilitando a continuidade da actividade agrícola a níveis economicamente viáveis.

Antes da preparação do solo, o agricultor deve observar rigorosamente quais são as práticas a implementar para conservar o solo. As práticas de conservação podem ser mecânicas e vegetativas (Embrater, 1979; Embrapa, 2006). As vegetativas tendem a evitar a ocorrência de desagregação, e as mecânicas são uns “primeiros socorros”, evitando grandes males. Estas últimas aplicam-se normalmente em solos com declives superiores a 6%.

Nas práticas vegetativas inclui-se: maior densidade de plantas, plantação nas curvas de nível (linha de pontos à mesma altura) e faixas de cultura, utilização de consociações (várias culturas na mesma gleba), culturas de cobertura, mondas/capinas alternadas, reflorestamento (Embrater, 1979; Embrapa, 2006).

Dentro das mecânicas, as mais utilizadas são: formação de terraços, que são obstáculos perpendiculares ao declive para diminuir o potencial de enxurrada; e cordões de contorno, feitos pelas curvas de nível, também com o mesmo propósito (Embrater, 1979; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

No caso da cultura da mandioca, o primeiro ciclo cultural é muito exposto à erosão, pela ausência de cobertura vegetal e pelo pequeno porte das plantas. Já no segundo ciclo, com o aparecimento de infestantes, por não se realizar mais trabalhos mecânicos de solo, o potencial erosivo é menor. Uma das formas de prevenir este problema, é a formulação de consociações que tenham a dupla vantagem de melhorar a cobertura de solo, e aumentar o rendimento do agricultor. Outra forma é a plantação em época menos chuvosa, para no momento de maior intensidade de precipitação, as plantas já estarem mais desenvolvidas, com sistema radicular maior para ajudar na agregação do solo (Lorenzi; Dias, 1993; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012; Otsubo *et al.*, 2012).

Para cada caso, o agricultor deve saber que tipo de solo tem em mãos e qual a vulnerabilidade que apresenta à erosão. Posto isto, inicia-se a fase de preparação do solo, que objectiva disponibilizar água e nutrientes eliminando a concorrência de infestantes, ou plantas indesejáveis (Souza *et al.*, 2006).

Como a planta da mandioca é plantada por estacas enterradas, por explorar grande volume de solo, para facilitar a colheita e para controlar mais eficientemente determinadas pragas, o preparo convencional foi sempre o adoptado (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Gabriel Filho *et al.*, 2000). Consiste em lavrar o campo, com o emprego de uma charrua de aivecas até 20 cm de profundidade, e posteriormente realizar a gradagem com grades de disco, destruindo assim os torrões de solo e

uniformizando a superfície. Caso exista um adensamento, resultado de lavrar sucessivamente a parcela, deve ser feito em primeiro lugar, uma subsolagem entre 40 a 60 cm. Esta técnica de preparação do solo pode resultar em compactação, erosão e perda de fertilidade de solo (Fidalski, 1997), por isso, era indispensável procurar uma alternativa. Actualmente, pelos avanços na ciência de solo e tecnologia agrícola, fala-se em plantações de mandioca conduzidas em cultivo mínimo ou sementeira directa, trazendo vantagens como “a melhoria das características físicas do solo e redução da erosão hídrica devido ao aumento da infiltração de água no solo” (Otsubo *et al.*, 2012). Experiências têm sido feitas por produtores de mandiocais no Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo (Lorenzi, 2012). Takahashi *et al.* (2011) concluíram que a prática de sementeira directa, ou cultivo mínimo, substituindo o preparo convencional na instalação da cultura de mandioca, numa pastagem, não afectou negativamente a produtividade, diminuiu os custos de produção e minimizou riscos de erosão.

No sistema tradicional, após lavoura e gradagem, faz-se sulcos, onde se depositará o material vegetal, que posteriormente é coberto por terra.

O cultivo mínimo, ou preparo mínimo, consiste em escarificar o solo somente nas linhas de plantação, em seguida, depositar o material vegetal num sulco, e por fim, fazer uma passagem com grade niveladora (Gabriel Filho *et al.*, 2000; Pequeno *et al.*, 2007).

Apesar de incorrecta a designação de sementeira directa, pela utilização de pedaços da parte aérea designando-se estacas, ou manivas, como material de plantação e não sementes como de um cereal, por exemplo, esta técnica é já utilizada, eliminando a prévia preparação do solo (Bernardes *et al.*, 2009). Emprega-se sim, uma plantadora semi-mecanizada ou mecanizada que realizará a plantação. As figuras seguintes, obtidas pelo autor na Feira de Tecnologia Agrícola 2013, em Ribeirão Preto, São Paulo, demonstram o tipo de plantadora existente no mercado. Esta plantadora realiza a incorporação de adubo, abertura do sulco, o corte da estaca, a deposição da estaca no solo e a cobertura do sulco. Apenas é necessário a presença de trabalhadores para abastecer a máquina de material vegetal.

Figura V- Plantadora comercializada pela empresa Planti Center, semi-automática, de 4 linhas (do autor, 2013)



Figura VI- Plantadora vista de outro ângulo, com o pormenor dos 4 locais de abastecimento do material vegetal para plantação (do autor, 2013).



Figura VII- Pormenor das ferramentas junto ao solo. (1) abertura do sulco, com deposição do adubo, (2) deposição do material vegetal e (3) cobertura do sulco (do autor, 2013).



8.3- Material de Plantação

A mandioca, do ponto de vista agrícola, comporta-se como uma planta assexuada, multiplicando-se vegetativamente por segmentos da haste ou rama. A multiplicação por sementes é apenas realizada em melhoramento. A selecção correcta do material é fundamental permitindo um bom abrolhamento, brotos vigorosos, uniformidade no mandiocal, menor incidência de pragas e doenças, factores cruciais para o sucesso da cultura. A escolha recai sob dois aspectos, agronómico e fitossanitário (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

8.3.1- Selecção de hastes

Para a selecção de hastes procuram-se: (1) plantas de idade compreendida entre 8 e 12 meses, por estarem já maduras e com bom diâmetro, (2) plantas vigorosas, (3) localizadas no terço médio preferencialmente, pois o terço inferior apresenta menor vigor e o terço superior, maior probabilidade de doenças e pragas e falhas de abrolhamento, (4) de excepcional qualidade fitossanitária, devendo se fazer um acompanhamento da gleba, ou terreno, de onde se vai retirar o material de plantação (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

A perspectiva futura na selecção de material é que se possa adoptar para a mandioca, o sistema rigoroso de outros produtos agrícolas, como do milho, por exemplo. Onde a multiplicação é feita em terrenos isolados com técnicas como o “rouguing”, com normas impostas e inspecções constantes, que garante um material vegetal de excelência (Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012). De realçar que, nas plantações destinadas a subsistência este rigor é esquecido, sendo que qualquer produção obtida satisfaz o produtor.

8.3.2- Conservação de hastes

Caso seja necessário aguardar um intervalo de tempo desde a colheita até à próxima plantação as hastes, com comprimento ideal de 0,8 a 1,2 m, são armazenadas. Se o período de armazenamento for entre 30 a 60 dias, conserva-se na posição horizontalmente, no campo, cobertas por vegetação, evitando a exposição a raios solares. Se o período de conservação for superior a 60 dias, enterra-se as hastes em solo humedecido e afogado, entre 5 a 10 cm de profundidade. Em regiões sujeitas a geadas, deve ser feita a conservação em túneis, ou em buracos no solo. Qualquer uma destas técnicas, resulta num descarte de 20 a 30%, pelo clima, tempo de armazenamento, qualidade do material ou acção de pragas e doenças (Conceição, 1987; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012). De acordo com um estudo de Monteiro *et al.* (1995), o armazenamento apresenta vantagens como abrolhamento superior ou mais acelerada, resultando num número maior de raízes aquando da colheita.

8.3.3- Tamanho das estacas³

A pesquisa demonstrou que, em plantação em sulcos, as estacas com 20 cm de comprimento apresentaram os melhores resultados, pela maior densidade e maior número de gemas, pontos de emissão de hastes e raízes, por unidade de área, de acordo com os estudos de Normanha e Pereira (1950) e Conceição e Sampaio (1973). Estacas maiores conduziram a acréscimos de rendimento decrescentes, pelo maior uso de material vegetal, não se exprimindo em produtividades significativamente superiores.

8.3.4- Preparação das estacas

O material escolhido deve então ter 20 cm, possuir entre 5 a 7 gemas e diâmetro de 2 a 3 cm. O preparo é simples, mas se alguns pormenores não são tidos em consideração, podem trazer efeitos adversos. A plantação deve acontecer no mesmo dia do preparo. Manualmente deve ser utilizado uma faca em que o ângulo de ataque seja perpendicular ao comprimento, dando um primeiro golpe, e em seguida rodar 180°, aplicar o corte final. Este processo de corte pode também ser efectuado mecanicamente e, no caso do recurso a moto serra, lubrificar apenas com óleo vegetal. Caso a plantação seja realizada por uma plantadora, por exemplo em sementeira directa, este processo não tem de ser feito, pois a máquina tem capacidade de fazer esta operação (Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012). Todos os autores consultados, definem que a quantidade de estacas para plantar um hectare varia de 4 a 6 m³, e que um hectare de cultura com 12 meses de idade, fornece material de propagação para 4 hectares (Embrater, 1979).

8.3.5- Tratamento das estacas

Apesar de não ser utilizado com grande expressão pelos produtores no Brasil, esta técnica quase somente empregue em viveiros de multiplicação vegetativa ou em explorações de escala comercial para prevenir possíveis prejuízos, consiste na pulverização ou imersão das hastes ou estacas numa calda fungi-insecticida, adicionando uma protecção extra contra pragas e doenças, conduzindo a um abrolhamento e sanidade óptimos. A calda deve estar formulada com dois ou três fungicidas e um insecticida, podendo adicionar-se também micronutrientes, zinco em particular, se a plantação é feita em solos de fertilidade reduzida (Embrater, 1979; Lorenzi, 2012). Segundo Rodrigues *et al.* (2008), a utilização de estacas de boa qualidade conduzem a um aumento de produtividade em 30%, sem alterar qualquer outro parâmetro.

8.6- Plantação

A definição da época correcta de implantação da cultura depende muito, começando pela região do globo onde a gleba se encontre, mas objectiva sempre reduzir os factores negativos à cultura, como falta de humidade ou calor, forte incidência de doenças e pragas ou erosão da camada

³ Nota: A estaca designa agora um pedaço de haste da planta, seleccionado e preparado para ser utilizado na plantação.

fértil do solo. Num estudo realizado por Schons *et al.* (2007), conclui-se que o número final de folhas na planta não está relacionado com a época de plantação, provando-se assim que a planta reage bem às diferentes alturas de implantação, desde que não haja prejuízos climáticos. Ainda assim, há consenso em inúmeros autores que esta plantação deve ser realizada no início da estação chuvosa. Nesta fase, o abrolhamento, o enraizamento e o estabelecimento terão as condições propícias, tal como humidade e calor necessários. Esta época do ano é também benéfica pois, ao longo do ciclo vegetativo, surgirão ervas daninhas, pragas e doenças, e a planta terá melhores condições de sobrevivência por ser mais resistente e vigorosa; outra vantagem de plantar nesta fase do ano é a já falada acção de cobertura de solo, que por altura das chuvas intensas e destruidoras do perfil do solo, as plantas de mandioca terão uma maior acção defensiva (Embrater 1979; Conceição, 1987; Dominguez, 1990; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

A plantação usualmente envolve o transporte das estacas, em sacas ou a tiracolo pelos plantadores, de onde são retiradas e postas nos sulcos, horizontalmente, pisando e tapando com terra, de seguida. Em grandes extensões, a plantação é já feita mecanizada ou semi-mecanizada. Assim, “sulcam, adubam, plantam e cobrem” numa única operação. As máquinas da empresa Planti Center (Figura V, VI e VII) são um exemplo de tecnologia de vanguarda, preparando as estacas autonomamente (Lorenzi, 2012).

Em relação à profundidade e posição das estacas, regra geral, a sementeira deve estar a 10 cm de profundidade, possibilitando ainda que se coloque fertilizantes a profundidades maiores. Como comprovado pelo estudo de Normanha e Pereira (1950), dependendo das condições de cultivo essa profundidade pode ser alterada. Em condições de calor e humidade suficientes, um sulco a 5 cm trouxe melhores resultados, brotando mais depressa, permitindo óptimas condições de arejamento, facilitando a colheita e proporcionando maior rendimento de raízes. Mas, caso não exista humidade suficiente, uma plantação a 15 cm, irá ajudar o mandiocal a passar por condições adversas (Conceição, 1987; Dominguez, 1990; Lorenzi, 2012).

As estacas podem ser posicionadas de três formas: horizontalmente, plano inclinado e verticalmente. Na forma horizontal (Figura VIII), a plantação dá-se mais facilmente, com menos necessidade de trabalho, a uma profundidade recomendada de 10 cm, para evitar escaldão solar. As formas inclinada e verticais, são utilizadas para terras argilosas (pesadas) ou pouco arejadas, para diminuir o risco de apodrecimento radicular, ficando 1/3 da estaca desenterrada. Segundo Lorenzi (2012), estas formas deram um melhor rendimento, mas não têm sido aplicadas pelos agricultores pois conduz a um maior dispêndio de trabalho. Em trabalhos mais antigos, Galang (1931), Chan (1970) e Cock (1974), concluíram não existir diferença relevante na posição da maniva para o rendimento da cultura, comprovado recentemente pelo estudo de Silva *et al.* (2011b) que mostrou abrolhamento idêntico, qualquer que fosse a posição da haste no solo. Ospina (2002) indica que na Colômbia a posição vertical é a mais utilizada.

Figura VIII- Representação de um mandiocal plantado com estacas, na posição horizontal (do autor, 2013)



8.7- Espaçamento

Para culturas de subsistência, este factor não pesa nas decisões do agricultor, mas para as restantes formas de cultivo, existe um sem fim de combinações para a disposição das linhas, simples ou duplas, e a distância entre elas. As fileiras duplas permitem uma mecanização e consociação mais fáceis, aumentando a produtividade e reduzindo o consumo de estacas. A opção correcta do espaçamento a utilizar segundo as condições de campo, região e nível tecnológico trarão resultados positivos (Bernardes *et al.*, 2009). Segundo Mattos (1993), existem determinados factores que influenciam esta decisão:

- i. Nível de fertilidade do solo – solos mais férteis, resulta num maior porte das plantas, assim, espaçamento maior;
- ii. Práticas culturais – se existir mecanização, o espaçamento deve ser mais amplo para permitir um trabalho mais eficiente. Caso haja um grande banco de sementes de infestantes, um espaçamento menor aumenta o controlo sobre estas, pela menor disponibilidade de luz solar;
- iii. Cultivar – o porte da planta, o hábito de crescimento, a arquitectura e o sistema radicular de uma determinada cultivar irá determinar o espaçamento a adoptar;
- iv. Objectivo da exploração – na produção de raíz procura-se distâncias entre linhas maiores, e no caso de produção de hastes, o inverso.

Indicando as distâncias com melhores resultados para uma dada situação (Embrapa, 2006):

- No cultivo de linhas simples: 1 m x 0,5 m até 1 m x 0,6 m;
- No cultivo de linhas duplas: 2 m x 0,60 m x 0,60 m;
- Produção de hastes para alimentação animal: 0,50 m x 0,50 m
- Colheita mecanizada: 1,20 m entre linhas;
- Grandes cultivos, com maquinaria pesada e fileiras duplas: 3 m entre linhas;

Procurando avançar neste trabalho um número de densidade de plantas, onde se tenha melhores produtividades, recorreu-se a dois ensaios de Silva *et al.* (2011c e 2011d), realizados na divisão entre os estados do Rio Grande do Norte e o Ceará, demonstrando que para produção de parte aérea, 18.000 plantas/ha leva a máximos de produtividade, e para produção de raiz, a densidade ideal são 13.600 plantas/ha.

8.8- Consociação de culturas

A consociação é “o cultivo de duas ou mais espécies na mesma área por um período significativo de tempo” (Embrapa, 2006). Esta realidade é praticada em quase todos os mandiocais do Brasil, sendo explorada pelos agricultores há muito tempo (Bernardes *et al.*, 2009).

Sendo a mandioca de subsistência, importante fonte energética para as populações pobres e típica de explorações pequenas, foi sempre cultivada conjuntamente com outras culturas, como milho, arroz, feijão, amendoim. O agricultor com estas consociações dá um uso mais intenso à terra, à mão-de-obra, aproveitando melhor os recursos disponíveis, produzindo diversas fontes alimentares, ricas em diferentes grupos essenciais a uma boa dieta. Maximiza assim a segurança alimentar do agregado familiar (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009), não influenciando negativamente a produção da cultura principal (Braga *et al.*, 2011). A associação que mais se observa dá-se com feijão (*Phaseolus* ou *Vigna*), fornecendo ao mesmo tempo energia e proteína na dieta alimentar.

As consociações podem ser: (1) anuais, objectivando a obtenção de alimentos energéticos e proteicos numa mesma área, ou (2) perenes, com o fim de minimizar custos na implantação da cultura perene, pois inicialmente aproveitam muito pouco a água, a luz, o espaço e os nutrientes. Para evitar reduções de produtividade no 2º tipo de consociação devem ser utilizadas linhas duplas na mandioca (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009).

Na consociação com feijão, normalmente coloca-se uma ou duas fileiras de feijão distando 0,50 m entre elas, e a mandioca tem entrelinhas uma distância entre 1 m e 2 m e entre plantas na mesma linha de 0,50 a 1 m. Utilizam-se 16 sementes de feijão por metro linear (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009).

Na consociação com o milho, os espaçamentos da mandioca são iguais ao exemplo anterior, mas neste caso, coloca-se uma só linha de milho, entre duas de mandioca, e o espaçamento desta fica em torno de 1 m x 0,20 a 0,40 cm (Embrapa, 2006).

8.9- Irrigação

De todos os autores revistos, os dados de irrigação recomendados são idênticos: aplicar 35 mm/ha de 18 em 18 dias. Para cultura irrigada, o espaçamento deve ser maior, pelo maior desenvolvimento alcançado. A disponibilidade de água conduz a planta a enterrar menos as raízes de reserva, permitindo uma colheita mais facilitada (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Dominguez, 1990; Bernardes *et al.*, 2009).

8.10- Fertilização

8.10.1- Calagem

A grande maioria dos solos tropicais tem carácter ácido, com teores elevados de alumínio e manganês (pela sua acumulação) e baixos níveis de cálcio e magnésio (pela sua lixiviação). A cultura da mandioca, como comprovado pelo estudo de Edwards *et al.* (1977), apresenta-se mais tolerável a estas condições que outras culturas, como soja ou milho. Contribuindo para esta tolerabilidade a associação com fungos micorrizos arbusculares (FMA), de acordo com Conceição (1987) e Carvalho *et al.* (2007).

Tal como vimos anteriormente, na ecofisiologia desta cultura, o pH ideal de solo encontra-se em torno de 5/6. Em regiões tropicais, pela contínua exploração agrícola e pela perda de bases, o pH tende a diminuir destes valores. A fertilidade dos solos pode ser reposta ou aumentada, com a aplicação de correctivos. Se for necessária a correcção da acidez do solo, por meio de uma calagem, deve ser feita na lavoura e 60 dias antes do plantio, na profundidade máxima alcançada, e a quantidade necessária a aplicar, em t/ha, será dada pela seguinte fórmula transcrita de Fancelli (2012):

$$\text{Quantidade de calcário a aplicar} = (Vd - Va) \cdot \frac{CTC}{PRNT}$$

Onde:

Vd – soma de bases (%) desejada, que para mandioca será 50 a 60% (Lorenzi, 2012)

Va- soma de bases (%) actual

CTC- capacidade de troca catiónica do solo

PRNT- poder relativo de neutralização total do calcário em questão

Para o caso da mandioca, a calagem só tem dado boas respostas a doses baixas. A quantidade máxima admissível a aplicar segundo Lorenzi (2012) serão 2 t/ha, ao passo que, no guia da Embrapa (2006) é 1 t/ha, recomendando do tipo calcário dolomítico

8.10.2- Adubação

Em relação à adubação, a mandioca é nos dias de hoje considerada uma planta exigente em nutrientes (Goedert, 1976; Gomes, 1987; Embrapa 2006) pela elevada exportação que acarreta, pois não devolve ao solo sob a forma de resíduo vegetal aquilo que absorveu. A parte aérea é destinada a novas plantações ou alimentação animal, e as raízes tuberosas para alimentação em fresco, ou produção de subprodutos. Comprova-se em estudos, como Fogaça *et al.* (2011), que a adubação é importante ao rendimento da cultura. Ao invés, na publicação de Lorenzi (2012), o autor afirma que adubações no segundo ciclo vegetativo não produzem vantagens satisfatórias. Na produção de 25.000 kg de raízes + vegetação são extraídos em quilogramas 123 N, 27 P, 146 K, 46 Ca e 20 de Mg. Estando em clarividência o potássio, o azoto e o cálcio (Bernardes *et al.*, 2009).

Veremos agora, para cada macronutriente: (1) o seu papel no metabolismo, (2) os sintomas de deficiência e (3) a resposta da planta à sua aplicação.

Azoto (N)

1. Está presente nas proteínas, na clorofila, nas enzimas, nas hormonas vegetais e nas vitaminas (Clarkson; Hanson, 1980; Hak; Natr, 1987) e também nos compostos cianogénicos, componentes do ácido cianídrico (Bernardes *et al.*, 2009).

2. A falta deste nutriente reduz o tamanho, a produtividade das raízes da planta e provoca um amarelecimento das folhas (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009)

3. Até à data realizaram-se inúmeros estudos para avaliar a consequência para a cultura da aplicação deste nutriente, sem nenhuma curva de resposta definitiva que guie o agricultor. Segundo um estudo recente acerca da resposta fisiológica à adubação azotada, realizado por Cardoso Júnior *et al.* (2005), provou-se que a aplicação de azoto conduziu sempre a um efeito linear crescente (1) na altura das plantas, em concordância com Howeler (1982); (2) na produção da parte aérea corroborando o estudo de Cheing (1983); e (3) na produção de raízes, tal como obtido na Nigéria por Obigbesan e Faye (1976). Nesse mesmo estudo, Cardoso Júnior *et al.* realizam um pequeno estudo económico, demonstrando que ao preço de mercado de 1 kg de N e de 1 kg de raiz (incluindo o transporte), e com o aumento de produção obtido aquando da aplicação de 400 kg/ha de N, cada R\$ 1,00 aplicado na compra de adubo azotado, obter-se-ia um ganho de R\$ 3,44. De acordo com Oliveira *et al.* (2011b), adubos azotados aplicados em cobertura aumentaram linearmente, consoante a dose, o teor de HCN nas folhas e na polpa das raízes.

É necessário considerar que azoto em excesso, prejudicará a produção de amido, em benefício da produção de proteína (Howeler, 1985). Idealmente a quantidade de N seria a que

permite-se um IAF na ordem dos 3 (Lorenzi, 2012). Na bibliografia consultada não existia valores pré-estabelecidos logo, deve ser estudado o solo, o nível produtivo que se quer atingir e a exportação total, e nessa altura procurar definir a adubação correcta em N. Para solos de fertilidade inferior, recomenda-se a aplicação de 40 a 100 kg/ha de N (Embrapa, 2006), em cobertura e parcelado, aos 30 e 60 dias, após o abrolhamento (Bernardes *et al.*, 2009).

Fósforo (P)

1. Segundo Howeler (1985), citado por Bernardes *et al.* (2009), este nutriente é fundamental nos processos de fotossíntese, respiração, decomposição, fosforilação, síntese de hidratos de carbono, proteínas e lípidos, estando na composição dos ácidos nucleicos e fosfolípidos. Não é exportado em grande quantidade, ao contrário dos outros dois elementos NPK, mas é o que mais pesa na produtividade, tendo uma elevada resposta (Lorenzi, 2012). Num estudo conduzido por Gomes e Carvalho (1986), comparando o efeito da eliminação de um, e só um, nutriente em cada adubação; no caso da exclusão de P o efeito foi drástico, sendo que a planta produziu 1/20 daquilo que numa adubação equilibrada produziria.

2. Plantas que sofrem de deficiência em fósforo, possuem folhas de cor verde mais escura, pequenas e finas, de crescimento reduzido e, caso a deficiência seja mais aguda, folhas flácidas, com pecíolos curtos, lóbulos estreitos e em menor número.

3. Uma vez mais, a literatura e artigos recentemente publicados não especificam quantidades a aplicar por hectare de cultura, mas sabe-se que pela baixa mobilidade deve ser colocado na plantação.

Para solos de potencial produtivo reduzido, a resposta à aplicação deste nutriente é linear crescente, mas em solos de classe superior, estas respostas dependem da interacção de outros nutrientes (Lorenzi, 2012).

Pelo uso de fertilizantes fosfatados, segundo Takahashi e Gonçalo (2005), podem-se obter aumentos de rendimento na ordem dos 38%, embora outros trabalhos não tenham mostrado essa evidência clara (Souza *et al.*, 1983).

Numa experiência conduzida por Takahashi e Lima (2011), comparando a resposta da planta de mandioca a diferentes formas de aplicação de fósforo, a distribuição a lanço de fosfato reactivo e termofosfato conduziu a uma melhoria significativa em relação ao superfosfato simples.

Potássio (K)

1. Este nutriente é o elemento mais exportado. Desempenha uma função chave na translocação de hidratos de carbono das folhas para as raízes (Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

2. A sua deficiência conduz a uma redução no tamanho da planta, a uma produção foliar e de ramificações excessiva em comparação com a produção de raízes. Em deficiência severa pode

resultar em necroses dos bordos das folhas inferiores (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009; Lorenzi, 2012).

3. Normalmente, em condições de fertilidade normais, a resposta à aplicação de potássio não é notória, quer seja pela presença já suficiente de P nos solos nos primeiros anos de cultivo. Contudo espera-se que com o passar dos ciclos culturais, a resposta à adubação em K torne-se linearmente positiva. As culturas que são conduzidas para atingirem altas produtividades, necessitam de uma aplicação em K (Lorenzi, 2012).

Segundo dois estudos, apresentados no Congresso Brasileiro de Mandioca, em 2011, a dose ideal de K_2O será 58 kg/ha, trazendo maior produção tanto de parte aérea, como de raiz (Andrade *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2011). Em Embrapa (2006), recomenda-se a aplicação de 60 a 120kg/ha, na forma de cloreto ou sulfato de potássio.

Cálcio (Ca)

1. Apresenta papel na regulação da água na planta, e contribui para a formação da parede celular (Howeler, 1985).

2. A sua deficiência provoca o enrolamento e a queima da ponta dos lóbulos foliares das folhas velhas, e do limbo nas folhas novas (Bernardes *et al.*, 2009; Embrapa, 2006).

3. A correcção deve ser feita consoante a análise do solo (Embrapa, 2006).

Mágnésio (Mg)

1. Pertence à composição da clorofila, indispensável ao processo fotossintético (Howeler, 1985).

2. Detectada a falta deste nutriente pela clorose nerval das folhas inferiores, de cor amarela ou verde-pálida, a clorose pode tornar-se necrose, se a deficiência for severa (Bernardes *et al.*, 2009)

3. A correcção deve ser feita consoante a análise do solo.

Micronutrientes

Para níveis de produtividade adequados, os micronutrientes têm igual importância aos macronutrientes. Embora a deficiência destes seja rara. A utilização de adubos com pequenas quantidades de micronutrientes é suficiente para colmatar eventuais falhas nestes compostos. Caso se conheça a composição do solo e a quantidade de micronutrientes, em especial zinco e manganês, e for limitante para a cultura, deve-se realizar uma aplicação de 20kg/ha de sulfato de zinco, ou de manganês, aquando da adubação de plantação (Lorenzi, 2012). A adição de calcário, em solos de baixa fertilidade, pode induzir falta de zinco momentaneamente, recomendando-se nesses casos, a aplicação deste micronutriente na calagem.

A adubação verde, que consiste na cobertura do solo com uma ou mistura de leguminosas pode ser aplicada na cultura da mandiocueira, sendo muito vantajosa por vários aspectos. Irá aumentar o teor de N no solo, protegerá o solo contra o impacto da chuva e deslizamento de massas de água, melhorará as condições de vida microbiana e quando decomposta torna-se matéria orgânica, ou húmus, o “combustível” para boas produções. Devem ser escolhidas variedades segundo o clima e de pequena altura, com porte prostrado ou erecto, não trepadeiras (Bernardes *et al.*, 2009).

É recomendada a aplicação de 3 a 6t/ha de esterco bovino, pois em diversos estudos, incluindo Gomes (1987) as produtividades cresciam nas parcelas com adubação orgânica. Para os produtores de mandioca que possuem gado, bovino, a adubação correcta para um hectare, será o pasto por 30 dias, de 26 vacas. Podem também utilizar-se diferentes tortas, como a do cacau, ou vinhaça (Bernardes *et al.*, 2009).

8.11- Técnicas culturais

A mandioca, como vimos, é uma planta rústica, muito adaptada a agricultura familiar, com pouco investimento, desta forma, é pouco exigente na sua condução. Depois de preparado o solo e plantado o material vegetal, é necessário controlar o mato e podar no final do primeiro ciclo (Conceição, 1987; Lorenzi, 2012). Podar não tem vantagens consensuais, sendo inclusive considerado prejudicial por alguns estudiosos.

8.11.1- Controlo de infestantes

Para o controlo de infestantes, plantas indesejáveis com potencial para prejudicar a cultura principal pela concorrência que realizam em água, nutrientes e luz, pela maior acção de pragas e doenças e alelopatia (Bernardes *et al.*, 2009; Peressin, 2011), há quatro métodos a utilizar: controlo cultural, mecânico, químico e integrado (Calle, 2002; Embrapa, 2006), que representam 30% do custo de produção (Lorenzi, 2012). O corte manual por enxada em duas vezes, mantendo o campo livre por 100 dias, representa um custo de 20% do total, reduzindo a receita líquida (Embrapa, 2006). Segundo reportou Barbosa *et al.* (2011), a convivência com plantas daninhas reduziu o crescimento em altura e o diâmetro do caule de mandiocueiras. Peressin (2011) indica que a convivência de infestantes com a cultura no primeiro ciclo vegetativo pode reduzir até 98% o peso das raízes, e a colheita será 3 vezes mais dispendiosa, bem como ocorrerá uma agravação da qualidade do produto final. Torna-se assim fundamental o controlo de plantas indesejáveis à cultura.

Controlo cultural engloba técnicas como o bom preparação do solo, densidade correcta, época e aplicação de adubos rigorosa, controlo de pragas e doença e rotação de culturas, no intuito de reunir condições para o estabelecimento da mandioca, concedendo vantagem em relação a outras plantas invasoras (Peressin, 2011). Se se optar por adubação verde, haverá vantagens nesta competição, pois a leguminosa irá sobrepor-se à infestante (Embrapa, 2006).

Devido ao facto da grande maioria dos mandiocais brasileiros serem cultivados em pequenas áreas, o controlo químico é pouco utilizado, sendo o mais usual o combate por mondas/capinas mecânicas (animal ou motorizada) ou manuais, realizando-se em número de 2 a 4 durante o primeiro ciclo (Embrater, 1979; Peressin, 2011; Lorenzi, 2012). O período crítico de interferência (PCI) ocorre nos primeiros 4 a 5 meses após a instalação das estacas e, segundo pesquisas pelo CIAT, Colômbia, caso o solo não esteja devidamente limpo nos primeiros 2 a 3 meses, poderá perder-se até metade do potencial produtivo (Embrater, 1979; Bernardes *et al.*, 2009; Peressin, 2011; Lorenzi, 2012). Após este período crítico, a planta de mandioca desenvolve folhagem suficiente para inibir o crescimento de infestantes.

Em regiões mais extensivas, é indispensável o uso de herbicidas, controlo químico, para manter a cultura rentável. A escolha do tipo de herbicida a utilizar depende da predominância vegetal da área, humidade, tipo de solo e época de plantação. O tratamento mais comum nos dias de hoje é: aplicação de “Trifluralina em pré-plantio, seguido da aplicação, em pós-plantio e pré-emergência do mato e da cultura, de mais dois herbicidas, um mais específico para folhas estreitas e outro para folhas largas” (Lorenzi, 2012), sendo que no guia da Embrapa (2006), o tratamento diuron + alachlor demonstrou boa eficácia, reduzindo o custo operacional pela substituição de mondas/capinas manuais. Numa experiência apresentada no CBM’11, que estudou os efeitos de diferentes herbicidas em pós-emergência no desenvolvimento da cultura, Costa (2011) mostrou que ametryn; ametryn + trifloxysulfuron; atrazine e o diuron + hexazinona, afectaram o normal crescimento da cultura, e que as substâncias activas (S.A.) fluazifop p-butyl, bentazon, mesotrione e tembotrione não interferiram no desenvolvimento, sendo estes “os mais promissores” para aplicações de pós-emergência, excluindo assim a necessidade de mondas/capinas. A S.A. fluazifop-p-butyl foi objecto de estudo também por Oliveira (2011) que comprovou a potencialidade desta para tratamentos pós-emergentes. Em sentido contrário, numa experiência conduzida por Cabral *et al.* (2011a), concluiu-se que, apesar de não existir efeitos visuais negativos da aplicação de fluazifop-p-butyl, houve uma “redução na espessura da lâmina foliar”. Esta mesma autora, em conjunto com outros pesquisadores, estudaram outros três herbicidas de pós-emergência, metribuzim, robust e oxyfluorfen, tirando a mesma relação (2011b). Estas alterações podem afectar a produção.

Pode realizar-se um controlo do mato no 2º ciclo da planta com um herbicida sistémico como Glifosato (4 a 5 L/ha), mas exige uma poda a 10 cm do solo, realizada anteriormente (Lorenzi, 2012). Quando não se efectua a poda do mandiocal, a aplicação tem de ser mais precisa, com o uso de jacto dirigido ou “chapéu” protector no pulverizador, para diminuir a deriva do produto (Peressin, 2011; Lorenzi, 2012).

Em sistema de sementeira directa, não havendo possibilidade de revolvimento da camada arável do solo, a plantação deve ser feita no mato (se possível) e depois realizar o controlo com herbicidas de pós-emergência, como o caso do Glifosato, ou então, esperar que a vegetação espontânea ocorra, dessecar com esse mesmo herbicida e posteriormente fazer a plantação (Embrapa, 2006).

O controlo integrado consiste na prática conjunta dos controlos acima referidos, na proporção certa, obtendo um resultado mais eficiente, diminuindo custos e o impacto no meio ambiente (Embrapa, 2006). É a prática mais trabalhosa, e necessita de um conhecimento do sistema como um todo, algo que por vezes, peca na cabeça de agricultores pouco instruídos.

8.11.2- Poda

A outra operação cultural é a poda, só praticada para mandiocais com dois ciclos vegetativos. É um tema muito controverso e discutido no meio científico (Peressin, 2011). Recorrendo à literatura mais recente, Lorenzi (2012) evidencia muito claramente esta problemática. Os factos conhecidos e comprovados são: uma planta podada tem potencial para atingir um IAF superior à de uma planta não podada, consumindo para restabelecer a parte aérea decepada, parte das reservas já acumuladas na raiz. Este equilíbrio entre o maior potencial de produção e a produtividade perdida definirá se a poda foi vantajosa ou prejudicial. Além destes, um mandiocal podado será mais fácil de conduzir, e a sua colheita tardará mais 5 a 6 meses, a poda é uma operação dispendiosa e onerosa, surgindo protótipos mecânicos rústicos para realizar esta operação.

Lonzano *et al.* (1977) demonstraram que podar 25 cm acima do solo até 20 dias antes da colheita, resultou numa diminuição em 4/5 da deterioração pós-colheita da raiz tuberosa. Correa (1977) afirma ser contra a poda antes da colheita, pois aumenta a disseminação de pragas e doenças, levando a perdas de produtividades de até 50%. Há autores, justificando precisamente o contrário.

De acordo com Aguiar *et al.* (2011a), a poda conduzida a qualquer altura do 2º ciclo vegetativo da planta, não vai alterar o número de raízes por planta, em comparação com uma testemunha sem poda. Os mesmos autores, noutro artigo (2011b), demonstraram que se a poda for realizada na fase de repouso, não haverá prejuízo em teor de matéria seca, prejuízo esse encontrado caso a poda se faça já na fase vegetativa do 2º ciclo. Mas mais importante foi a conclusão nesse mesmo ensaio, publicado num outro artigo, provando que uma poda realizada em fase de repouso não vai alterar significativamente a massa média das raízes tuberosas (2011c). Estas conclusões estão na mesma linha de pensamento que Otsubo *et al.* (2012). Mas ainda é cedo para se tomar como certa estas premissas.

Certo é que esta operação deve ser decidida caso a caso, e com a experiência de cultivo de mandioca numa determinada região, o agricultor deve apreender qual a melhor forma de conduzir a cultura, nas condições e pressupostos existentes (Lorenzi, 2012).

8.12- Problemas sanitários da cultura

Sendo esta cultura de presença longa em campo, pelo menos 8 meses, podendo chegar a 24 meses que, salvas raras excepções, se propaga vegetativamente com material proveniente da própria fazenda, a propensão para existir um ataque de doença ou praga é muito elevada (Lozano *et*

al., 1983). Posto isto, e mais uma vez comprovando a rusticidade desta espécie, a mandioca apresenta uma capacidade de regeneração após um dano, se existir condições ambientais adequadas (Conceição, 1987; Farias, 1993).

Nesta revisão bibliográfica consta um conjunto de recomendações para prevenir efeitos adversos nesta temática, e uma descrição breve das principais doenças e pragas (Embrater, 1979; Bernardes *et al.* 2009; Lorenzi, 2012) desta cultura, sabendo de antemão que um agricultor encontra informação detalhada em como reconhecer e solucionar um problema afectando o seu mandiocal.

Para prevenir o aparecimento de doenças ou pragas, deve-se: (1) implantar o mandiocal num solo drenado, sem encharcamento, onde antes não estivesse instalada uma floresta ou cultura perene; (2) optar por cultivares regionais, vigorosas, resistentes ou tolerantes a pragas; (3) usar material de plantação em óptimo estado sanitário, sendo rigoroso durante o processo de obtenção; (4) limpar e desinfectar as alfaías e instrumentos agrícolas provenientes de outras culturas, antes de utilizar no cultivo da mandioca; (5) proceder à rotação de culturas; (6) aplicar o controlo biológico; e por fim (7) caso haja material contaminado deve-se proceder à remoção e queima de ramos, folhas, etc. do mandiocal que estejam depositados no chão (Lozano *et al.*, 1983; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012). Além destas recomendações, as medidas legislativas ou regulatórias de mercado, tal como as de quarentena, são da maior importância para prevenir o aparecimento de novas pragas e doenças. Este conjunto de recomendações deve ser seguido sempre, e faz parte do chamado tratamento preventivo que muitas vezes é a única solução para problemas desta ordem.

8.12.1- Doenças

A cultura da mandioca, de modo geral, é bastante resistente a doenças e pragas. No Brasil estas tem diferentes incidências e aparecem em diferentes épocas do ano. Não é intenção aqui, descrever minuciosamente cada uma das pragas e doenças que atingem a cultura da mandioca, mas apenas documentar as de maior impacto e que trazem maiores prejuízos aos mandiocais.

- Bacteriose: é a principal doença no Brasil, com perdas estimadas em 30% (Embrapa, 2006), causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, desenvolve-se no sistema vascular, importunando ou impedindo a circulação de água. Resulta em murcha da planta. É disseminada em grande parte pelo material vegetativo já contaminado, sendo beneficiado por condições ventosas e/ou temperaturas amenas, com alta humidade. As condições ambientais prevalecentes ditam qual dos dois, a planta ou o patógeno, é favorecido. Os sintomas são manchas angulares na página inferior das folhas, e desde o topo da planta ocorre o murchamento e queda parcial ou total de folhas. O controlo é preventivo, não havendo tratamento curativo (Lozano *et al.*, 1983; Embrapa, 2006; Bernardes *et al.* 2009; Lorenzi, 2012).
- Podridão radicular: importante, em condições favoráveis origina perdas de 70 a 100%. Ocorre sob determinadas condições de solo, como a má drenagem ou solos pesados. É causada por

inúmeros patógenos, dentre os quais: *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. e *Diplodia* sp. Os sintomas relacionam-se com o tipo de patógeno atacante. No caso de *Phytophthora* sp., ataca plantas adultas e origina uma podridão mole, com odor forte, apresentando-se os tecidos afectados com uma coloração acinzentada. Os sintomas de *Fusarium* sp. verificam-se nos diversos estágios de desenvolvimento da planta, dando-se o ataque no colo do caule, ou haste, obstruindo os vasos vasculares, a seiva não circula livremente, tornando-se as raízes de consistência seca, sem ocorrência de odor. Em relação ao patógeno *Diplodia* sp., há estragos quer nas raízes, sob a forma de podridões secas de cor negra, quer no caule, sob a forma de cancrios negros, normalmente no colo da planta. O controlo dá-se por espécies resistentes, sendo que as medidas preventivas, como uma selecção adequada do material de plantação, são fundamentais. O armazenamento prolongado de hastes pode intensificar a incidência destes patógenos (Lozano *et al.* 1983; Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009).

- Cercosporiose: é uma doença comum, mas dificilmente levando a um dano económico. Típica das folhas, e disseminada pelo vento, é causada por diversos fungos: *Cercosporidium henningsii*, *Cercospora vicosae*, entre outros. Ataca preferencialmente plantas de 4 a 6 meses, na época quente e chuvosa. Manifesta-se por manchas necróticas, com uma frutificação do fungo no centro. As folhas “amarelecem, secam e caem”. Possui pouca importância económica e a utilização de fungicidas não se revelou eficiente nem económica (Bernardes *et al.*, 2009; Lorenzi, 2012).
- Super alongamento: causado pelo fungo *Sphaceloma manihoticola*, é potencialmente grave, embora tenha perdido nos dias de hoje a capacidade epidémica, induz uma produção extra do ácido giberélico. O principal meio de propagação é por material contaminado e, sendo os esporos transportados pelo vento e pela chuva, na estação chuvosa dá-se uma disseminação intensa. O alongamento exagerado, formando ramos finos com longos entrenós, e o enrugamento das folhas são os sinais visíveis da ocorrência deste fungo. O recurso a variedades resistentes é o método mais eficiente de controlo, podendo-se utilizar produtos químicos, como sulfato de cobre, pulverizando os órgãos afectados (Lozano *et al.* 1983; Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009; Lorenzi, 2012).
- Virose: podem originar perdas de 50 a 100% segundo Lozano (1983) e existem diversos vírus que atacam esta cultura, sendo os mais comuns: mosaico-africano, mosaico-comum (americano), mosaico-das-nervuras e o couro-de-sapo (Lonzano, 1983; Lorenzi, 2012). Os sintomas “são cloroses intensas entre as nervuras primárias e secundárias” (Embrapa, 2006). Em condições mais severas dá-se o enrugamento do limbo foliar. Pelo que foi estudado, os vírus são apenas transmitidos por material contaminado e, de uma planta para outra, por meios físicos, como ferramentas contaminadas. Então, os métodos de controlo devem ser os preventivos, em cima descritos ou a utilização de variedades resistentes (Embrapa, 2006).

8.12.2- Pragas⁴

- Mandarová (*Erinnyis ello*): é a praga de maior importância no Brasil. O insecto tem uma alta capacidade de consumo foliar, em particular, nas últimas fases larvais, podendo desfolhar na totalidade as plantas, anulando a capacidade fotossintética desta. Estes efeitos são muito adversos nos primeiros meses do mandiocal, 2 a 5 meses, pois se destruir um meristema, não haverá renovação desse órgão. Os ovos, com 1 mm de diâmetro, são postos na folha superior, pela forma adulta, que é uma borboleta. Depois de 3 a 5 dias, eclodem e inicia-se o ataque. Na fase larvar tem cinco mudas, atingindo até 10 cm de comprimento (12 cm em Lorenzi, 2012), 12 a 15 dias depois desce para o solo, escondendo-se em torrões, e transforma-se numa pupa. O controlo deve ser pela acção dos inimigos naturais (*Trichogramma* e *Telenomus*) a esta praga e também fazer rotação de culturas e lavrar após a colheita. Para explorações pequenas, a destruição de lagartas é recomendada. Para grandes explorações aplicar *Baculovirus erinnyis* ou produtos à base de *Bacillus thuringiensis* (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009; Lorenzi, 2012).

- Percevejo-de-renda (*Vatiga illudens*): é típico de regiões quentes, com seca prolongada tal como verificado no cerrado brasileiro. Em ninfa, tem coloração branca, de tamanho reduzido e quando adulto, o insecto tem cor cinzenta, medindo 3 mm de comprimento, vivendo ambos na página inferior das folhas. A sua acção é sugar a seiva foliar, levando ao aparecimento de pontos amarelos, evoluindo para castanho-avermelhados, iniciando-se nas folhas a nível mais baixo, progredindo pela planta no sentido ascendente. Até ao momento não há registo de produtos químicos adequados ao controlo desta praga (Lozano, 1983; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

- Mosca-branca: estão documentadas 11 espécies que atacam esta cultura, sendo a mais comum *Aleurothrixus aepim*. Resulta em perda de rendimento de raízes, afectando a qualidade da farinha, originando um produto de sabor amargo. As ninfas encontram-se na página inferior das folhas mais velhas, e os adultos, na face inferior das folhas novas, apicais. Sugam ambos a seiva das folhas, causando o amarelecimento e encrespamento em folhas apicais, e cloroses em pequenos pontos nas folhas basais. Pela sua alta proliferação e resistência aos insecticidas, o seu controlo é difícil. Sugere-se a busca de variedades mais tolerantes, como opção racional. Os insecticidas, com melhores resultados, actuando nas fases jovens são do grupo nicotinoides e reguladores de crescimento (Lozano *et al.*, 1983; Embrapa, 2006; Lorenzi, 2012).

⁴ Nota: É importante realçar, que apesar de comprovadas as desvantagens, para a biologia e equilíbrio natural do mandiocal, da aplicação de químicos no combate às pragas para o sistema biológico, um inquérito a trinta produtores do Mato Grosso do Sul, conduzido por Silva *et al.* (2011), indicou que “o método químico é o mais utilizado no agro-sistema mandioqueiro”.

- Cochonilhas (*Phenacoccus herreni* e *P. manihoti*): atacam a planta em pontos de crescimento, produzindo uma toxina que impede a formação de novas folhas, causando enrugamento nas já existentes, surgindo assim, uma roseta no ápice da planta afectada. O controlo é exclusivo por inimigos naturais, como *Apoanagyrus diversicornis* e *Apoanagyrus lopezi*, que felizmente existe em abundância nas regiões onde se produz mandioca. No caso de existência anterior de cochonilha, o material vegetal deve ser imerso num insecticida antes de plantado (Lorenzi, 2012). De acordo com um estudo de Gazola *et al.* (2011), numa infestação de *P. manihoti*, a poda entre o 1º e o 2º ciclo é benéfica, reduzindo o nível de ataque.

- Ácaros (*Mononychellus tanajoa* e outros): considerados como a praga mais severa, pela perda elevada no rendimento de raízes e perda de sanidade do material de propagação. Necessita de situações de calor e seca para ocorrer a infestação, e ocorre nos pontos de crescimento das plantas. Em ataques severos, o sintoma é parecido ao percevejo-de-renda (pontos amarelos nas folhas). Uma vez mais, a utilização de variedades resistentes ou tolerantes é a forma ideal de controlo, aplicando-se também as medidas preventivas, anteriormente expostas; não existindo até ao momento, um produto químico registado para esta finalidade (Embrapa, 2006; Bernardes *et al.*, 2009; Lorenzi, 2012). Conceição (1987), citado por Bernardes *et al.* (2009) demonstrou que a nutrição da planta se correlaciona com a susceptibilidade a pragas, em especial os ácaros. Com uma adubação correcta, estando as plantas num estado nutricional bom, houve uma redução em 50% do ataque de ácaros. Sabendo que a utilização de produtos químicos no controlo de ácaros poderá destruir as populações nativas de ácaros predadores, Boaventura *et al.* (2011) conduziram um estudo utilizando um produto natural, da espécie *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida por “nim” no Brasil, e provaram que em concentrações 0,25%, 0,5% e 1%, teve um efeito acaricida sobre *M. tanajoa*.

8.13- Rotação de culturas

Esta prática cultural procurar evitar a mesma cultura sucessivamente, para assim, melhorar as condições de fertilidade, proporcionar melhor controlo contra infestantes, contra a erosão e prevenindo a multiplicação de inóculos de doenças ou pragas. Caso uma doença ou praga específica da mandioca, não tiver tecidos, vivos ou mortos, para se alojar e propagar, sucumbirá. No caso do controlo da bacteriose, esta técnica tem de ser adoptada, ou o agricultor, após cultivos sucessivos, teria perdas muito acentuadas (Embrater, 1979; Lorenzi, 2012).

A mandioca, pelo elevado volume de solo explorado, aproveita bem os resíduos de culturas anteriores portanto, é usual, efectuar-se uma rotação de cultura com o milho, por ser uma cultura que explora o solo de forma complementar à mandioca, é adubada e produz restos culturais de cobertura. Outras culturas podem ser escolhidas, como a soja, o amendoim ou o feijão (Lorenzi, 2012).

Idealmente aplicar-se-ia uma rotação por cada cultura de mandioca, mas usualmente os agricultores realizam duas colheitas. As explorações de grande volume, localizadas no Centro-Sul brasileiro, que fornecem a matéria-prima para a indústria de amido e outras, não podem dar-se ao luxo de ter ciclos sem produção, ou seja, sem produto para a indústria processar, logo a rotação é ignorada (Conceição, 1987; Lorenzi, 2012).

9- Os diferentes sistemas de preparação do solo

O meio científico tem estudado a influência da preparação do solo nas propriedades da cultura de mandioca, produzindo trabalhos científicos com as conclusões. Esta área de trabalho é muito recente, e não existe ainda bibliografia com a informação resumida do que foi sendo concluído⁵. Com este trabalho pretende-se fazer uma revisão da informação existente, e expô-la da melhor forma.

De seguida apresenta-se uma tabela, que para cada aspecto analisado, compara o sistema de Preparação Convencional (PC) vs. Cultivo Mínimo (CM) vs. Sementeira Directa (SD), definindo à partida uma planta testemunha, que será aquela que tradicionalmente se produz, ou seja, em preparação convencional. Esta é a única incógnita em estudo, pois o nível de todos os outros factores de produção, como seja, a adubação, controlo de doenças e pragas, controlo de infestantes, e outros, permanece exactamente igual.

Certos estudos comparam qualitativamente os 3 sistemas, e para esses, a tabela terá símbolos de (+), se representar um benefício para o produtor face à testemunha, (-), se for prejudicial, ou (=), se não existir diferença a nível de significância $\alpha=0,05$. Outros comparam quantitativamente, e assim, para facilitar a compreensão, define-se uma base 100, que será uma cultura testemunha, permitindo assim uma visão intuitiva dos números. Caso um estudo, não tenha informação sobre um dos sistemas, indicar-se-á como nd – não disponível.

⁵ Nota: Sabendo de antemão que este aspecto condiciona os resultados obtidos, não se considera as texturas do solo, condições ambientais ou diferenças das variedades existentes em cada estudo, de forma, a não existir em análise incógnitas excessivas, impedindo qualquer tipo de conclusão.

Tabela II- comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos nas características físicas da planta (do autor, 2013)

Características físicas	Preparação Convencional	Cultivo Mínimo	Sementeira Directa
Altura das plantas			
Otsubo et al. (2008)	100	113	nd
Otsubo et al.(2012)	100	nd	113
Pequeno et al. (2007a)	100	95	91
Diâmetro do caule			
Rivas et al. (2004)	=	=	=
Número de raízes			
Otsubo et al. (2008)	100	128	nd
Otsubo et al.(2012)	100	nd	120
Rivas et al. (2004)	=	=	=

Tal como podemos observar pela leitura da Tabela II, é nítida a disparidade de resultados que têm sido obtidos. O que Otsubo *et al.* (2008 e 2012) defendem é que a permanência de cobertura vegetal aumenta a retenção e disponibilidade de água e torna a temperatura do solo mais adequada, permitindo um maior crescimento inicial vegetativo, explicando o maior tamanho da planta. Além disso, os mesmos autores, provam que sem a realização de mondas/capinas, mecânicas ou manuais, com melhores condições iniciais, o número de raízes aumenta, por existir menos condição de stress na planta. Estes dois factos precisam de mais estudos, e coerência dos resultados ditará a veracidade destas afirmações.

Segundo Otsubo *et al.* (2012) a produção sobre palhada de aveia é uma opção sustentável para a produção de mandioca. Os dados retirados de Otsubo *et al.* (2008) foram estimados a partir da leitura de gráficos do artigo, trazendo mais imprecisão, caso fossem dados quantitativos. Tal como surgem em Otsubo *et al.* (2012) que, no que toca às vantagens de sistemas com menor acção no solo, são menos optimistas.

Tabela III- Comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos na colheita (do autor, 2013)

Colheita	Preparação Convencional	Cultivo Mínimo	Sementeira Directa
Produção raízes			
Otsubo et al. (2008)	100	118	nd
Otsubo et al. (2012)	100	nd	103
Pequeno et al. (2007a)	100	83	74
Rivas et al. (2004)	=	=	=
Produção parte aérea			
Otsubo et al. (2008)	100	144	nd
Otsubo et al. (2012)	100	nd	120
Pequeno et al. (2007a)	100	77	74
Teor MS da raíz			
Otsubo et al. (2008)	100	121	nd
Otsubo et al. (2012)	100	nd	101
Pequeno et al. (2007a)	100	100	99
Índice de colheita			
Otsubo et al. (2008)	100	93	nd
Otsubo et al. (2012)	100	nd	91

A Tabela III clarifica duas posições distintas. A visão vantajosa dos sistemas mais conservadores de Otsubo *et al.* (2008 e 2012) contrasta com Pequeno *et al.* (2007a) que atribui perdas em relação a sistema convencional. Quer em produção de raízes e parte aérea, quer no teor de matéria seca da raíz, não há consenso.

Analisando ao pormenor os estudos de Otsubo *et al.* (2008 e 2012) e Pequeno *et al.* (2007a), existe uma grande diferença na metodologia aplicada que contribui para a diferença entre resultados: os primeiros autores aplicam adubos NPK, suprimindo as necessidades da cultura da mandioca e reduzindo, ao mesmo tempo, a competição com infestantes pelos nutrientes do solo; os segundos esperam pelo aproveitamento da adubação residual e mineralização dos restos vegetais da cultura anterior.

Como é sabido, em sistema de sementeira directa ou cultivo mínimo, sem o revolvimento do solo, a mineralização da matéria orgânica e consequente disponibilização dos nutrientes de restos culturais são diminuídas. Se um estudo depende da mineralização dos restos culturais, tal como Pequeno *et al.* (2007a), haverá claramente vantagem para sistemas com maior revolvimento, no caso preparação convencional. Essa diferença em disponibilidade de nutrientes, provavelmente, ditou a maior produtividade e teor de MS na raíz em PC. Em sentido contrário, Otsubo *et al.* (2008 e 2012) privilegiou a uniformidade de condições, não dando vantagem à partida ao PC. O resultado é de maior expressividade e mais extrapolável.

Tabela IV- comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos nas características de solo (do autor, 2013)

Solo	Preparação Convencional	Cultivo Mínimo	Sementeira Directa
Densidade do solo (0-15cm)			
Oliveira et al. (2001)	100	101	108
Silva et al. (2008)	+		-
Watanabe et al. (2002)	100	105	112
Erosão			
Mercante et al. (2008)	-	+	-
Otsubo et al. (2012)	-	+	+
Pequeno et al. (2007a)	-	+	+
Watanabe et al. (2002)	-	+	+
Matéria Orgânica			
Oliveira et al. (2001)	=	=	=
Microrganismos do solo			
Mercante et al. (2008)	-	+	+

Em questão de solo, no Quadro III, há uma opinião generalizada entre o meio científico que a densidade do solo cresce, pelo não revolvimento da camada superficial do solo, os riscos de erosão são minimizados pelo CM e SD, pela maior preservação do solo, e a vida microbiana é favorecida, pela continuidade do seu habitat.

Segundo três estudos consultados, Watanabe *et al.* (2002), Pequeno *et al.* (2007a) e Silva *et al.* (2008), e avaliando as propriedades do solo, demonstraram que a preparação convencional na cultura da mandioca conduz a menores limitações físicas para a cultura, pois existe menor densidade do solo, maior porosidade total e menor resistência à penetração, comparado com os sistemas de menor revolvimento, CM e SD. Esta redução na densidade poderá ser benéfica para o produtor de raízes, pela maior facilidade de crescimento radicular da planta, permitindo melhores condições de arejamento e diminuindo a hipótese de podridão, mas necessita de mais investigação, pois como vimos anteriormente (Otsubo *et al.*, 2008 e 2012), a produção em SD pode ser superior.

Mercante *et al.* (2008) concluíram que a utilização de plantas de cobertura promove a actividade microbiana do solo, e apesar que outros indicadores da fauna microbiana não são afectados pelo tipo de preparação de solo, os autores defendem que esta é já uma alternativa viável para substituir a preparação convencional de lavrar e gradar.

Tabela V- Comparação dos resultados obtidos em diferentes estudos no rendimento económico (do autor, 2013)

Economia	Preparação Convencional	Cultivo Mínimo	Sementeira Directa
Consumo de combustível (L/ha)			
Pequeno et al. (2007b)	100	60	23
Custo Operacional (R\$/ha)			
Pequeno et al. (2007b)	100	64	32
Rentabilidade económica			
Pequeno et al. (2007b)	100	63	43

Em termos económicos, apenas uma fonte foi encontrada, mas as conclusões podem ser discutidas. O consumo de combustível, o custo operacional e o tempo de plantação é menor em sistemas menos agressivos ao solo. A SD aumenta, desta forma, a segurança do agricultor, pelo menor investimento requerido.

No estudo económico envolvendo os 3 tipos de sistema conduzido por Pequeno (2007b) com a contribuição de outros autores, concluiu-se que os maiores custos se observam na PC, seguido de CM e SD, explicado pela maior necessidade de trabalho e maior força de tracção despendida. Apesar disto, a produtividade média significativamente ($\alpha=0,05$) superior na PC em relação aos outros dois sistemas, contrabalança o maior custo, e portanto o estudo indica que cada unidade monetária investida, trará um retorno de 1,60 para PC, 1,38 para CM e 1,26 para SD. Este estudo económico perde credibilidade pela condição de desigualdade aplicada, discutida na Tabela III.

Aplicando uma visão crítica, devem existir mais provas deste facto, nomeadamente compreender a diferença de produção em raiz dos três sistemas, porque, pelo estudo de Otsubo (2012) a rentabilidade seria muito diferente e cada unidade monetária investida em SD daria um retorno superior ao retorno convencional, pela menor despesa e maior produção, contrariando Pequeno *et al.* (2007b).

A título conclusivo devemos reter o seguinte:

- Os resultados dos diversos artigos não são consensuais, é necessário mais estudo, sob mesmas condições de solo, clima, adubação e massa de cobertura;
- A densidade de solo, a porosidade e a resistência à penetração são mais benéficos para produção de raízes em PC > CM > SD;
- Pelo maior arejamento, menor densidade e resistência, é de esperar que a produção de raízes tuberosas em PC seja superior;

- A cobertura de vegetação morta e a melhor agregação do solo são eficazes no combate ao risco de erosão. O risco é crescente: $SD < CM < PC$;
- O custo operacional é crescente: $SD < CM < PC$;
- A rentabilidade económica de cada sistema está dependente da produtividade do mandiocal;

10- Colheita

A colheita subdivide-se em colheita de mandioca de mesa e colheita de mandioca industrial tendo cada uma particularidades distintas, sendo processos idênticos (Lorenzi, 2012).

A colheita para ambas inicia-se, geralmente, pela realização de uma poda, mecânica ou manual, para facilitar os trabalhos. Como o teor de amido decresce após esta acção, levando a quebras de rendimento na transformação industrial, o produto deve ser colhido o mais rapidamente possível. No caso de produção de etanol, o aumento dos açúcares, com o passar do tempo, proporcionado pela conversão do amido nestes compostos, sem alterar o teor de hidratos de carbono totais, poderá ser uma vantagem industrial (Lorenzi, 2012). A melhor época de colheita será quando as plantas tiverem em período de repouso, com menor número e tamanho de folhas, atingindo o teor de amido e produção correctos (Embrater, 1979; Embrapa, 2006).

Figura IX- Afofador em mostra na Feira de Tecnologia Agrícola 2013 em Ribeirão Preto. De notar a lâmina horizontal, a lâmina vertical, e os dois niveladores para a profundidade ser mais precisa (do autor, 2013).



No que toca à mecanização, a escala pequena a colheita é manual; em escala maior, pratica-se a semi-mecanização, com o recurso a afofadores, representado na Figura IX. ou arrancadores (Lorenzi, 2012). Avaliando diferentes formas de semi-mecanizar a colheita, Scalón Filho *et al.* (2005) demonstrou que “o desempenho operacional do conjunto tractor-arrancador foi superior ao conjunto tractor-afofador”. A mecanização total está no pico da investigação de equipamentos actualmente, pressionada pela própria indústria transformadora (como sector) mas ainda não se produziu um equipamento com provas dadas (Paião, 2012). Uma das razões para o insucesso é a grande profundidade a que a raiz se encontra; o equipamento teria de ter uma capacidade extrema para “cuspir” grandes volumes de solo e aproveitar bem as raízes de tamanho e forma irregulares (Embrapa, 2006). Na colheita manual, o rendimento médio é de 700 a 1.000 kg por homem/dia (8 horas de trabalho/dia). Se houver auxílio mecânico, esse mesmo rendimento atinge os 2.500 kg (Lorenzi, 2012).

A mandioca de mesa é colhida entre os 8 e 14 meses, quando possui a qualidade culinária, o tamanho, forma e aspecto geral correctos para ser comercializada. Após o arranque, as raízes são embandeiradas, retirando-se as raízes delgadas (despinicar a raiz), seleccionadas e embaladas em caixas com 22 a 25 kg. O transporte deve ser eficaz, rápido e planeado, pela elevada perecibilidade da raiz. A mecanização do processo, a produtividade da cultura, o tipo de solo e a sua humidade, condicionam o rendimento da colheita (Lorenzi, 2012).

A mandioca industrial, destinada fundamentalmente à produção de farinha e amido. Segundo Normanha (1976) existem factores de 3 ordens que ditam quando e como deve ser feita a colheita: técnica, ambiental e económica. Tecnicamente a colheita define-se consoante o ciclo da variedade cultivada (precoce, semi-precoce e tardia), sistema de plantação utilizado, estado das diferentes áreas de mandiocais (Conceição, 1987; Embrapa, 2006) e produtividade desejada (Lorenzi, 2012). A produtividade, regra geral, cresce com a idade da planta, e o teor de amido varia com o estado vegetativo da planta, (sendo este maior quando há pouco crescimento da parte aérea). Ambientalmente os factores para a decisão de quando colher prendem-se com as condições de solo e clima, e das estradas ou acessos ao campo (Conceição, 1987; Embrapa, 2006). Economicamente o mercado e os preços praticados, a disponibilidade de mão-de-obra e a necessidade de capital pelo produtor, definem a colheita (Embrater, 1979; Conceição, 1987; Embrapa, 2006).

Após o arranque, quer seja mecânico ou manual, as plantas são despinicadas, postas em montes para, em seguida, serem carregadas. Recorre-se a “big bags”, de 800kg de capacidade, e tractores com braço hidráulico para descarregar em contentores, aumentando a eficiência desta tarefa. O transporte é realizado por camiões, a granel, sendo que as raízes devem ser industrializadas até 72 horas depois da colheita, para não haver perdas significativa (Lorenzi, 2012). Outros autores, como é o caso de Camargo (1985) e Embrapa (2006), estabelecem o prazo de 24 horas, como o limite para não existir deterioração.

As cepas, não utilizadas e deixadas no campo, constituem um problema técnico pois podem abrigar pragas e doenças importantes para a cultura, que sobrevivem em restos culturais, vivos ou

mortos. Nos dias de hoje, estuda-se a viabilidade (ainda não provada para a cadeia completa) de levar este material, que varia entre 2 a 5t/ha, para ser queimado em caldeiras, gerando energia (Lorenzi, 2012).

De acordo com Embrater (1979) deve-se considerar que:

- Solos leves e/ou húmidos facilitam a colheita;
- Sistema de cultivo em camalhões torna a colheita mais simples;
- Infestantes em excesso dificultam a colheita;
- Quando maior produtividade o mandiocal tem, mais fácil se torna a sua colheita.

11- Produtos e Subprodutos

Existe um imenso espectro de produtos principais e subprodutos provenientes do mandiocal. Na Figura X, subdivide-se em três categorias principais.

Figura X - Diferentes vias para aproveitamento da mandioca, com a descrição dos produtos possíveis (Camargo, 1985)



11.1- Alimentação humana

“In natura”- a mandioca de mesa, também designada no Brasil de “aipim” ou “macaxieira” é consumida em fresco pela larga maioria da população rural e, não raramente, pela população urbana. Pode ser cozida, cozida e frita, ou assada (Conceição, 1987);

Farinha- a farinha de mandioca resulta da lavagem, prensagem, peneiragem e torrefacção da mandioca. Pode ser fina ou grosseira, branca ou torrada. O consumo deste produto está relacionado com o nível de rendimento do agregado familiar, sendo mais expressivo em populações de baixo nível socioeconómico, perdendo importância com a melhoria do rendimento, pela entrada na dieta de outros produtos energéticos. Acompanhamento característico do feijão com arroz;

Polvilho- é amido, extraído pela decantação da água de lavagem de mandioca ralada. Existe dois tipos: doce ou azedo, cada qual com aplicação distinta em culinária;

Carimã ou Puba- amido azedo, obtém-se no processo de fermentação de mandioca;

Farinha de água- provém da mandioca puba, de coloração clara ou amarelada, usada em farofas, por exemplo;

Farinha panificável- por uma determinação legal, a farinha de mandioca conjuntamente com a farinha de trigo são utilizadas no fabrico do pão, para diminuir as importações de trigo;

Tapioca- levando polvilho ao fogo, mexendo-se, cria-se uma consistência de bolinhas semi-transparentes. Usa-se em sopas, pudins e arroz;

Farinha de Tapioca- deriva do polvilho. É peneirado para uma panela quente, formando uma crosta, que posteriormente é moída;

Snacks- o produto da cultura é transformado em pó, moldada em formato de “snacks” com a junção de outros ingredientes e posteriormente, é frita. Mercado em grande expansão;

Tucupi- provém do caldo de massa da mandioca. Deve ser muito bem cozinhado, para evitar veneno;

Beiju- é o “pão” de muitas tribos, feito com massa de tapioca ou mandioca;

Cauim- bebida, depois do cozimento e fermentação da mandioca;

Tiquina- aguardente feita de mandioca (Camargo, 1985).

1.2- Alimentação animal

Parte aérea- ramas e folhas, que possuem valor nutricional para o gado;

Raspas- lascas pequenas ou fatias, variável em tamanho e forma, que são desidratadas ao sol, constituindo as aparas ou raspas;

Farinha de raspas- raspas que são moídas finamente e depois peneiradas;

"Pellets"- caso as raspas sejam moídas grosseiramente, pode realizar-se a compressão da farinha, formando aglomerados (como uma ração granulada);

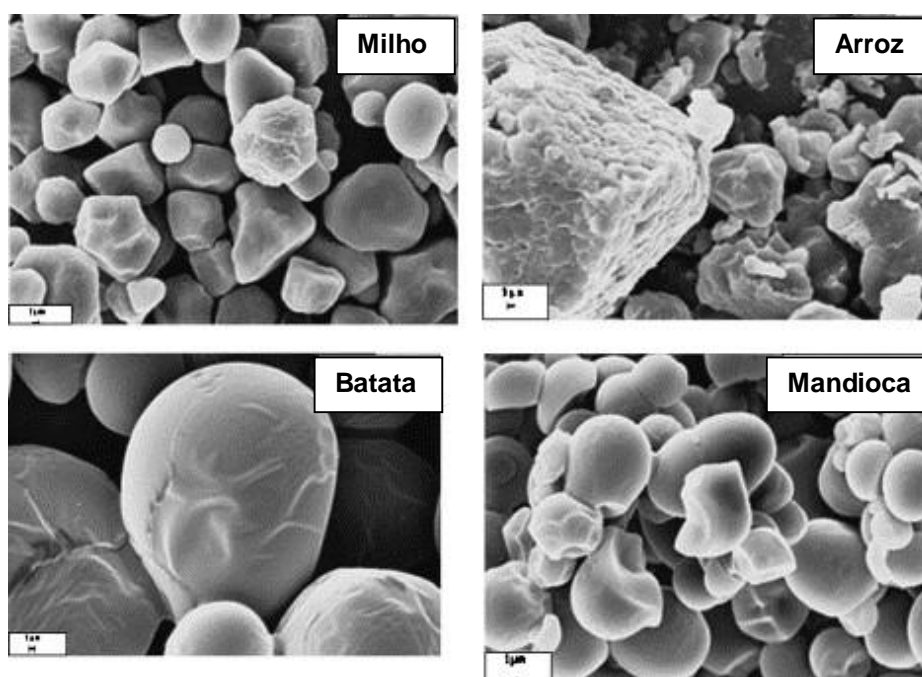
Forragem- restos culturais, como folhas, ramos e cascas, triturados e desperdícios industriais, utilizados para alimentação animal. (Camargo, 1985).

11.3- Indústria

11.3.1- Amido

O amido, também conhecido por fécula ou polvilho, é uma substância de reserva das plantas, formado por grânulos de formas e dimensões variáveis segundo o vegetal que o produziu, tal como ilustra a Figura XI. Possui uma grande versatilidade para a indústria. Pode ser usada na forma de polvilho doce, *in natura* para produção de álcool fino, bebidas, cosméticos e perfumes; na forma de polvilho azedo, para produção de pão de queijo, biscoitos, sorvetes, entre outros; ou na forma de amido modificado, para a indústria da celulose, xaropes, materiais termoplásticos, entre outros (Simião *et al.*, 2002).

Figura XI - Imagem de microscopia electrónica demonstrando distintos grânulos, consoante a sua origem vegetal. Adaptado de Guinesi *et al.* (2006).



Característico dos tubérculos, o amido apresenta-se de cor branca, sem sabor, insolúvel em água fria, mas a temperaturas superiores de 70°C torna-se numa substância leitosa, gelatinosa, chamada de goma de amido que, posteriormente, por decantação é recolhido. Na indústria, esta decantação é realizada após a moagem das raízes e subsequente lavagem. Por acção do calor, calor + enzimas, ou calor + ácido, o amido hidrolisa, transformando-se em açúcar simples, glicose (Câmara, 1983). Na indústria amilífera, a qualidade do produto é uma exigência, e o seu processamento, para evitar perdas dessa qualidade deve dar-se até 24 horas da colheita, evitando escurecimento por acção enzimática (Bernardes *et al.*, 2009).

A produção mundial de amido em 2010, por fonte, em milhões de toneladas foi a seguinte: 8 mandioca, 13 milho, 1.5 batata e 1 trigo (Galan, 2012). Segundo Chuzel (2001), apenas 22% do consumo brasileiro de amido provinha de mandioca. Num trabalho de Vilpoux (2003) estima-se um volume total do mercado de amido no Brasil de 1,6 milhões de toneladas, sendo 35 a 40% deste total proveniente da mandioca.

11.3.1.1- Amido modificado

O amido de mandioca é a substância nobre desta cultura e também, matéria-prima para diversos amidos modificados pela sua disponibilidade e características físico-químicas. Estes amidos modificados que resultam da alteração das propriedades do amido natural por tratamentos industriais, são usados para uma grande variedade produtos, destacando-se a sua aplicação na indústria alimentar, química e de produtos de bem-estar e saúde (Câmara, 1983, Bernardes *et al.*, 2009, Demiate; Kotovicz, 2011). Os amidos modificados são indispensáveis para a obtenção de novos produtos com melhor qualidade sensorial e nutritiva, tais como produtos “light” (Demiate; Kotovicz, 2011). O consumo mundial de amidos modificados no ano de 2012, de acordo com o site marketsandmarkets.com, foi de 13.6 milhões de toneladas, prevendo-se uma expansão do mercado para 16.3 milhões de toneladas em 2017.

O amido pode sofrer a modificação por forma física ou química. O primeiro, segundo a legislação europeia e brasileira, é considerado ingrediente, podendo ser omitido do rótulo como amido modificado. Já o segundo é considerado de aditivo, estando obrigatoriamente referido no rótulo como tal (Cereda, 2005).

De acordo com um estudo de Demiate e Kotovicz (2011), os principais produtores de amidos modificados no Brasil são empresas globais no ramo, com diversas fábricas espalhadas pelo mundo. As empresas domésticas não possuem os meios tecnológicos para desenvolver, produzir e comercializar este produto de grande valor acrescentado. Estes autores concluem, após a análise de diversos amidos modificados da mandioca, que existe potencial para um crescimento deste tipo de produto no mercado nacional e mundial de amidos, hoje dominado pelo amido de milho, com interesse para os EUA.

11.3.1.2- Vantagens na utilização de amido de Mandioca vs. Amidos cereaisíferos

Ausência do indesejado “sabor a cereal” (do inglês *cereal flavor*) (Demiate; Kotovicz, 2011);

Maior claridade e viscosidade quando cozinhado em dispersão aquosa (Cereda, 2001; Che *et al.*, 2007);

Menor temperatura de gelatinização e menor tendência de retrogradação (Cereda, 2001; Demiate; Kotovicz, 2011);

11.3.1.3- Desvantagens na utilização de amido de Mandioca vs. Amidos cereaisíferos

Perda de propriedades benéficas do amido, como textura e viscosidade, aquando a cozedura ou em contacto com ácidos (Takizawa *et al.*, 2004);

Os subprodutos resultantes do processo de obtenção de amido são de menor qualidade e valor que outras fontes como trigo e milho (Barros *et al.*, 2004). Este facto leva a uma perda de interesse da indústria neste tipo de amido.

11.3.2- Álcool

O açúcar presente nas plantas, cereais, tubérculos, raízes tuberosas, etc., em grande parte sob a forma de amido, por reacções enzimáticas, pode sofrer uma alteração para açúcares mais simples, passíveis de sofrer uma fermentação, formando álcool etílico e dióxido de carbono (Bernardes *et al.*, 2009). Assim, a mandioca também pode ser processada, para a produção de combustível, passando sempre por um processo de diminuição do tamanho das moléculas amiláceas, a hidrólise (Silva, s.d.).

O sector sucroalcooleiro brasileiro está assente na cultura da cana-de-açúcar. Desde 1970 investiu-se tempo, intelecto e capital nesta cultura conduzindo a que hoje exista um sistema optimizado de produção, considerado como o mais avançado do Mundo. O mesmo não aconteceu com a cultura e industrialização da mandioca (Cabelo, 2005). Para a cultura de mandioca, ao contrário da cana-de-açúcar, existe ainda um grande campo a desbravar, nomeadamente, com aumentos de produtividade e melhoria na condução de cultura, bem como todo o processo de obtenção do etanol. Desta forma, a mandioca posiciona-se, nos dias de hoje, como uma alternativa para a cana-de-açúcar. É uma alternativa para: (1) solos menos férteis, que não podem ser aproveitados por outra cultura. É uma alternativa para (2) agricultores de menores dimensões, ou de agricultura familiar, pois o investimento para iniciar a actividade e o risco associado são menores. É uma alternativa para (3) regiões com maior deficiência hídrica, sendo a cana menos tolerante. E também é uma alternativa para (4) a indústria, diminuindo a inactividade/ociosidade industrial durante a entre colheita da cana, por exemplo (Silva, s.d.; Valle, 2008).

Como inúmeros autores defendem, é impossível competir em custo com o álcool de canavial, pelo menos nas bases que vimos de desenvolvimento presente da cultura da mandioca. Mas nem só de economia vive um país. Tal como estudado por Domingues (2010), um maior incentivo à produção de mandioca, a montagem de uma indústria de transformação, e posterior transporte do produto obtido, leva ao desenvolvimento de regiões marginais. Regiões, como o Nordeste brasileiro, poderão sair muito beneficiadas (Valle, 2008; Curvelo-Santana *et al.*, 2010). O autor indica mesmo como “óbvia” esta solução (Riav, s.d.).

O desenvolvimento da indústria mandioqueira assemelha-se com a da cana-de-açúcar nos anos 70 (Valle, 2008). Os próximos anos trarão certamente estudos, ensaios e provas do futuro da mandioca como uma solução complementar à cultura da cana-de-açúcar. O melhoramento das variedades existentes, e a adequação dos sistemas de produção serão cruciais para este futuro.

Actualmente, outros países já iniciaram a produção de etanol com recurso a raízes de qualidade, ou seja, com teor em amido superior a 30%. A China está a liderar este processo, recorrendo ao processamento de mandioca fresca, ou em *chips* importadas de países vizinhos, como a Tailândia, o Camboja ou o Vietname.

11.3.3- Bioplásticos

Procurando solucionar o problema da dependência de um recurso finito como o petróleo e para uma melhor preservação ambiental, a humanidade busca, com grande afincamento nos últimos anos, alternativas às embalagens de plásticos convencionais (Cereda, 2006; Teixeira, 2007).

O amido é um polímero natural, abundante e barato, renovável e biodegradável; por estas vantagens a produção de bioplásticos a partir de amido tem um mercado emergente nos dias de hoje e no futuro (Cereda, 2006; Teixeira, 2007).

Os produtos à base deste açúcar apresentam desvantagens como alta permeabilidade à água, degradação rápida e pouca resistência ao impacto. As formas de contornar estes problemas encarecem o processo, reduzindo as aplicações do material. Para formar um plástico melhorado sem estas desvantagens, nos dias de hoje a técnica mais promissora é a formação de amido termoplástico (TPS). O amido com a combinação da energia térmica, mecânica e a adição de um plasticizante, sofre uma desestruturação dos grânulos, obtendo-se uma fase contínua semelhante a um plástico proveniente de petróleo, proporcionando um material fundido, designado de amido termoplástico (Avérous, 2004). Este material é posteriormente utilizado no fabrico dos bioplásticos, e processado tal como um plástico convencional, por extrusão, injeção, ou outros métodos (Cereda, 2006).

Tal como vimos anteriormente, as raízes de mandioca contém amido, já utilizado em diversas indústrias, e que agora está a ser estudado para fins comerciais sob a forma de embalagens biodegradáveis. O processo de obtenção de material rígido pelo amido de mandioca é a

termoformação, que envolve o aquecimento de uma mistura de água e amido de mandioca. Esta mistura é colocada num molde fechado e aquecido. Quando se atinge o ponto de ebulição, ou gelificação, a massa produzida liberta o vapor de água para fora do molde. Após um determinado tempo, forma-se “uma espuma de amido” seca, restando apenas 2 a 4% de água no produto final (Cereda, 2006).

Ainda assim, os produtos de bioplásticos que existem no mercado são “mais vitrinas de empresas que sucessos comerciais” (Cereda, 2006), pois o apelo ambiental para a comercialização de alternativas aos materiais provenientes de produtos petrolíferos, ainda não é suficiente para compensar o preço muito baixo dos materiais concorrentes, à base destes compostos.

11.3.4- Subprodutos

No processamento da mandioca de mesa surgem, como subprodutos sólidos “a casca, a cepa e as sobras do processo de selecção”. No caso da mandioca para indústria, no seu processamento, obtém-se subprodutos fibrosos (cepa, casca e bagaço) e líquidos (água de lavagem das raízes, água de extracção do amido e manipueira). O aproveitamento destes subprodutos e resíduos é essencial para diminuir os impactos no ambiente, reduzir os custos de produção e aumento de receitas (Barros *et al.*, 2004). Entre os possíveis usos de subprodutos conta-se a alimentação animal, onde distintas formulações de mandioca podem substituir outros cereais, como o milho, na dieta dos animais: quer para ruminantes (Nascimento *et al.*, 2002), quer para aves e suínos (Mazzuco; Bertol, 2000).

O caule e as folhas de mandioca como subprodutos são ricos em fibras (brutas, em detergente neutro e em ácido), lenhina, cálcio e fósforo, quando comparados com outros subprodutos da indústria agro-alimentar. Em sentido oposto, o subproduto proveniente da raíz de mandioca é menos interessante nutricionalmente que esses outros subprodutos (Nascimento *et al.*, 2002).

A manipueira, ou tucupi, é a fase líquida residual gerada na prensagem da massa, quer na produção de farinha, quer na produção de amido. Um estudo, conduzido por Ferreira *et al.* (2001) demonstrou que o uso deste subproduto para fertilização no cultivo da mandioca traz vantagens: (1) pelo baixo custo; (2) proporcionando produções similares às obtidas por adubação convencional; (3) pela adição de matéria orgânica no solo. A dose recomendada é de 4,8 m³/ha, parcelado em duas vezes, 30 e 90 dias após a plantação. Deve ser feita, anteriormente, uma fermentação anaeróbia durante 15 dias, para não causar possíveis danos às plantas. Outro trabalho científico (Silva *et al.*, 2011a) apresentado no CMB'11 constatou que a manipueira é um complemento interessante à adubação tradicional na cultura da rúcula.

O bagaço, outros resíduos do processamento industrial e a parte aérea da mandioca podem ser queimados, alimentando geradores de energia (Silva *et al.*, s.d.). Esta hipótese que se põe para esta cultura, há muito é utilizada na cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Para o caso da raíz

tuberosa, existem incógnitas por estudar, nomeadamente, até que ponto este processo é rentável, financeiramente, ambientalmente e socialmente. Por exemplo, o custo energético do transporte da parte aérea, do campo de cultivo para a indústria e a sua exclusão do ciclo de nutriente, poderá ser mais prejudicial que o benefício gerado pela produção de electricidade.

Cereda (2001) estima que, por tonelada de raíz na produção de amido, sejam gerados 2,62 m³ de água de lavagem, 3,68 m³ de água de extracção de amido, 1,1 m³ de manipueira e 1.070 kg de bagaço.

II PARTE – ASPECTOS ECONÓMICOS e CADEIA PRODUTIVA

Após uma caracterização da cultura da mandioca utilizando dados disponíveis na bibliografia e respectivo tratamento da informação, seguindo a orientação de especialistas na matéria e metodologia própria, surge um novo propósito neste trabalho que é a compreensão da cultura por outras componentes relevantes na Agronomia, como são os aspectos económicos e humanos dos sistemas produtivos e cadeia produtiva que se pretende estudar. Este estudo baseia-se: (1) em dados económicos, mundiais e brasileiros da cultura, estabelecendo o contexto actual e respectivas tendências; (2) na dualidade existente no Brasil; (3) e na definição da cadeia produtiva de mandioca no Centro-Sul deste país.

Na abordagem ao estudo económico da mandioca, primeiramente, deve ser adoptada uma visão ampla, indicando o cenário global da cultura na actualidade (referência ao ano de 2012). Feito este enquadramento, estudar-se-á mais detalhadamente os principais países intervenientes.

12- Economia e contexto mundial da cultura da Mandioca

Em 2012, de acordo com FAO (2012), a produção mundial de mandioca atingiu um novo recorde, 282 milhões de toneladas, que se traduz num crescimento de 7% em relação ao ano transacto. Este aumento na produção foi impulsionado pela maior procura em aplicações industriais, especialmente etanol, no Este e Sudeste asiático; e pela crescente procura como bem alimentar para a população africana.

No continente africano, cresce a participação da cultura no desenvolvimento rural e na diminuição de importações de cereais, melhorando os saldos na balança comercial e poupando divisas estrangeiras. Existe uma dificuldade inerente na recolha de dados precisos, mas estima-se uma produção de 154 milhões de toneladas, ou seja, aumento de 6%. A Nigéria, sendo o maior produtor mundial, prevê a colheita de 58 milhões de toneladas de raiz, valor 10% superior a 2011; este aumento na dezena percentual resulta de um maior apoio institucional, com novas políticas para a utilização de mandioca, incentivando o aumento na área cultivada. Neste país, a mandiocultura é fundamental para a dieta alimentar de milhões de pessoas, logo, o ambiente institucional existente favorece o desenvolvimento desta. Outros países, como Angola, Gana ou Moçambique, procuram elevar a produtividade da mandiocultura, contribuindo para uma maior segurança alimentar da população. Inversamente, no Uganda, o agravamento do vírus do mosaico no Este deste país causa incerteza quanto ao resultado da colheita de 2012. Para controlar este problema, estão sendo introduzidas variedades melhoradas na Europa, com resistência à podridão radicular e ao vírus do mosaico (FAO, 2012).

A Ásia atingirá, após um crescimento de 11% na produção, o total de 93 milhões de toneladas. Este aumento foi fortemente impulsionado pela crescente utilização na indústria de álcool

e etanol. A Tailândia, como principal país produtor na região, viu a sua produção crescer, para total de 27 milhões de toneladas, ou seja, um avanço em 21%, em parte explicado pelo controlo total da praga de cochonilha rosada do hibisco (em inglês *pink hibiscus mealybug*) e pelo apoio político, favorável a esta cultura, vivido na presente governação. A China, em busca de maior quantidade de raiz disponível para alimentar a indústria de biocombustíveis que anseia produzir 780 milhões de litros de etanol de mandioca, busca aumentar a sua produção, que em 2012 foi de 10 milhões de toneladas. Este “colosso” realizou uma série de investimentos fora da sua fronteira, em países vizinhos como o Camboja, o Vietname ou Laos, expandido a cultura para novas áreas, procurando garantir maior disponibilidade de raiz, e assim, produzir as quantidades de etanol que objectiva. Isto é uma situação de risco para os agricultores destes países periféricos, pela sua grande dependência a um só comprador, nomeadamente na definição do preço de venda, ou garantias de compra futura. Exemplificando este risco: os preços no Vietname caíram 30% desde o ano passado, resultando numa muito provável redução na área cultivo. De forma contrária, a Indonésia e as Filipinas vêem a mandioca como uma cultura alimentar e só depois industrial, sendo um bem substituto ao tradicional arroz. Na Índia, a área de mandiocal tem vindo a diminuir, mas sempre acompanhada por uma evolução muito positiva na produtividade. No ano anterior, a produção final cresceu 1,5%, para as 9 milhões de toneladas (FAO, 2012).

No América Latina, prevê-se uma pequena expansão em 2012, e no Brasil, o maior produtor da região, apesar da perda de 4% na área de plantação, boas condições climáticas aumentaram a produtividade, resultando num aumento de 3% no total produzido (FAO, 2012).

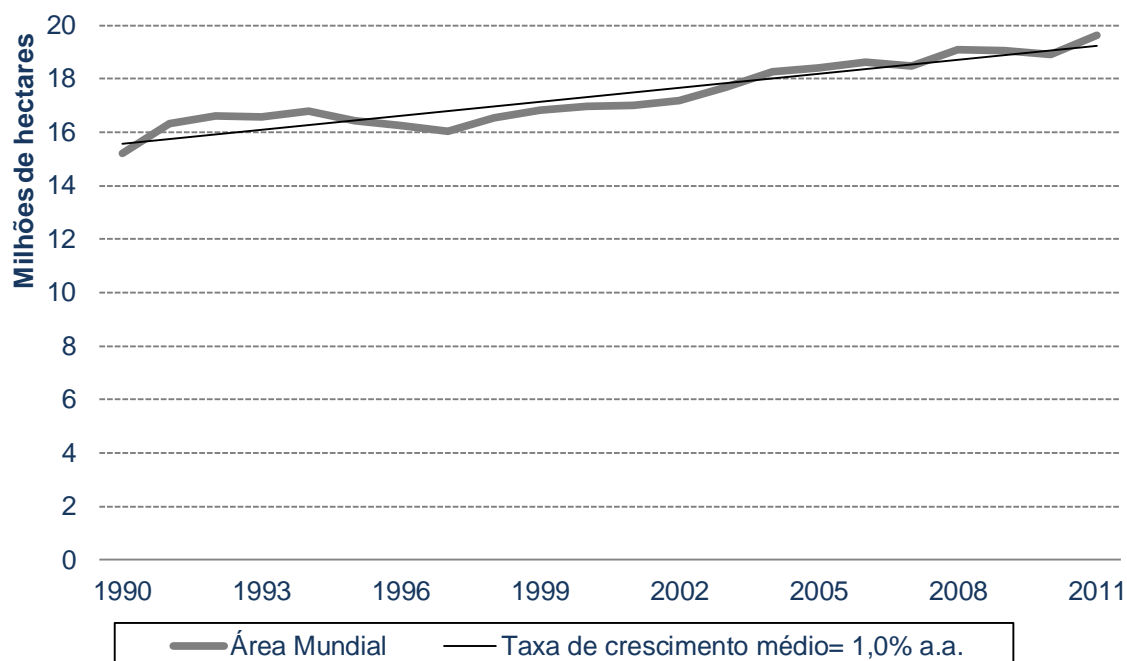
Como vimos, o consumo da raiz e a substituição de importações é de extrema importância. Em diversos países já existe legislação que obriga à substituição da tradicional farinha de trigo na confecção de pão, por amido de mandioca. Caso do Brasil e da Nigéria. Neste último país estudam-se novas medidas no combate às importações como restrição na importação de trigo e criação de um fundo de desenvolvimento da cultura, financiado por parte da receita fiscal. A alimentação animal como forma de utilização deste produto está restrita à América Latina, permanecendo em declínio em todas restantes regiões do globo, em parte pela concorrência directa em usos industriais e o adequado fornecimento de grãos nos países importadores, caso da União Europeia (FAO, 2012).

Quanto aos preços praticados, considerando a região do Este e Sudeste asiático como referência, o amido está a ser negociado entre os US\$ 410-443 e os *chips* a US\$ 228-255, preços FOB⁶ de Banguécoque (FAO, 2012).

⁶ Nota: FOB, do inglês *free on board*, significa que o remetente (exportador) de um bem é responsável pelo transporte e seguro até ao embarque deste; momento no qual o comprador (importador) assume a responsabilidade no pagamento do seguro e transporte do bem adquirido. (Wikipédia, 2013)

12.1- Área Mundial e dos principais países produtores

Figura XII- Evolução da área mundial entre 1990 e 2011 (FAO, 2013)

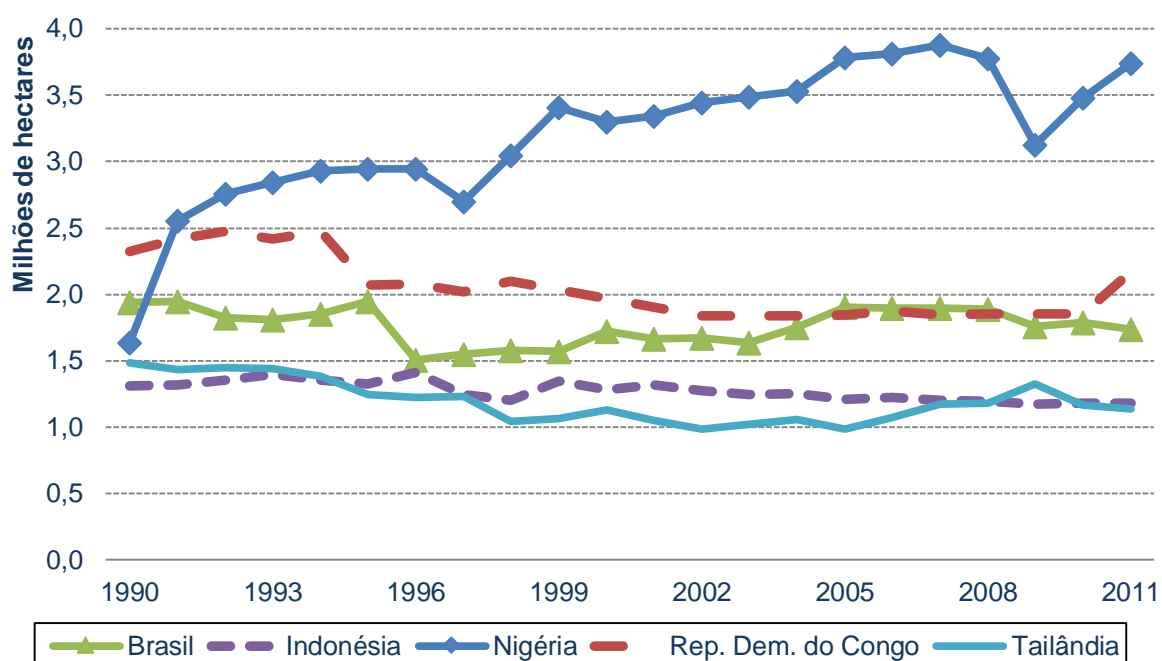


Conforme se pode observar na Figura XII, a área mundial em mandioca aumenta com taxa média aproximada de 1,0% ao ano, sendo que no ano de 2011 atingiu os 19,6 milhões de hectares

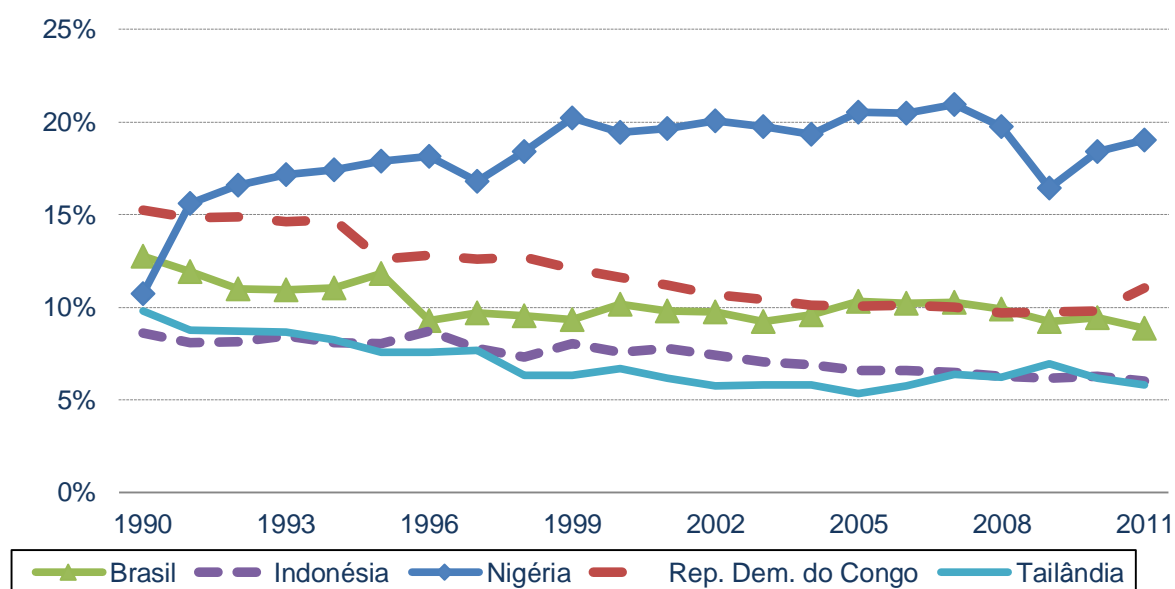
Tabela VI- Taxa de crescimento médio anual (%) da área, produção e produtividade em seis grandes culturas, verificado a nível mundial (FAO, 2013)

Cultura	Taxa de crescimento médio (1990-2011)		
	Área	Produção	Produtividade
Arroz	0,4%	1,5%	1,1%
Batata	0,2%	1,2%	1,0%
Mandioca	1,0%	2,4%	1,4%
Milho	1,1%	2,9%	1,8%
Soja	3,3%	4,6%	1,2%
Trigo	-0,1%	1,0%	1,1%
Média	1,0%	2,3%	1,3%

A Tabela VI, elaborada pelo autor, a partir de dados FAO (2013) permite comparar a evolução mundial da cultura de mandioca, em relação a outras grandes culturas, como o arroz, milho ou trigo. Em termos de área, o crescimento médio na mandioca está dentro da média do crescimento de outras culturas, com valor idêntico. Esta mesma tabela será posteriormente referenciada na comparação da produção e produtividade.

Figura XIII- Evolução da área de mandiocal nos 5 maiores países produtores (FAO, 2013)

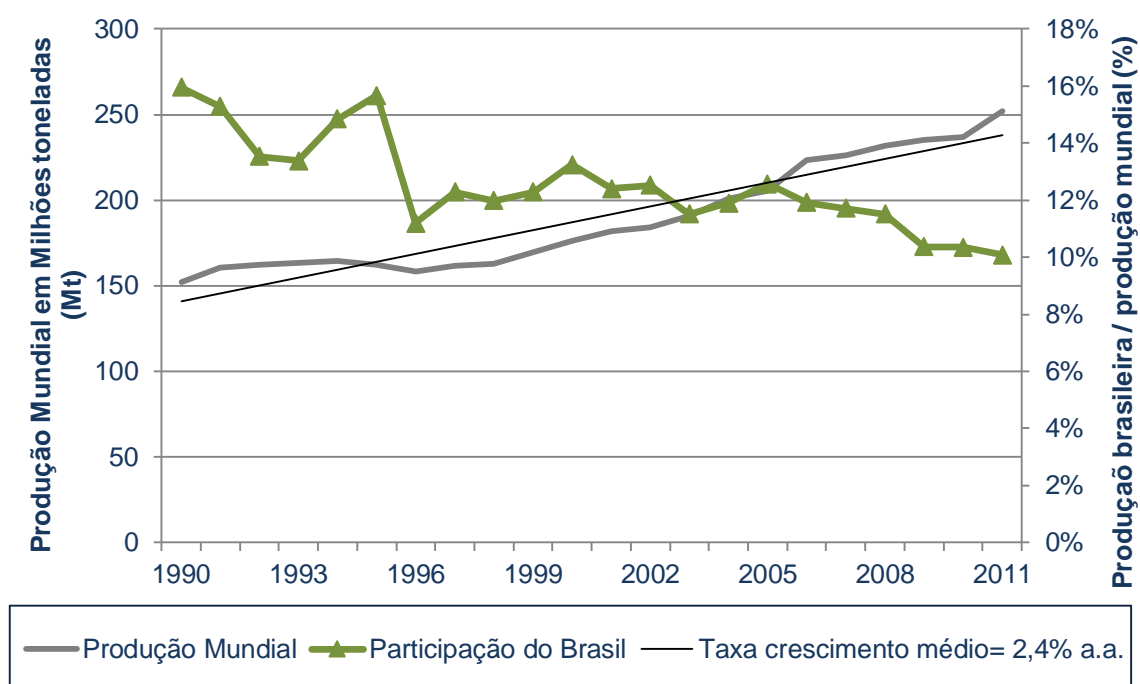
Entre os cinco maiores produtores, apenas um país teve a sua área alargada nos últimos vinte anos. A Nigéria possui actualmente perto de 3,7 milhões de hectares, comparado aos 1,7 milhões de hectares no Brasil.

Figura XIV- Evolução da quota (%) de cada país, na área mundial total de mandioca (FAO, 2013)

Com a maior área mundial, a Nigéria representa 19% do total mundial, seguida da República Democrática do Congo com 11% e do Brasil com 9%.

12.2- Produção Mundial e dos principais países produtores.

Figura XV- Evolução da produção mundial entre 1990 e 2011, e a respectiva contribuição brasileira (%) (FAO, 2013)



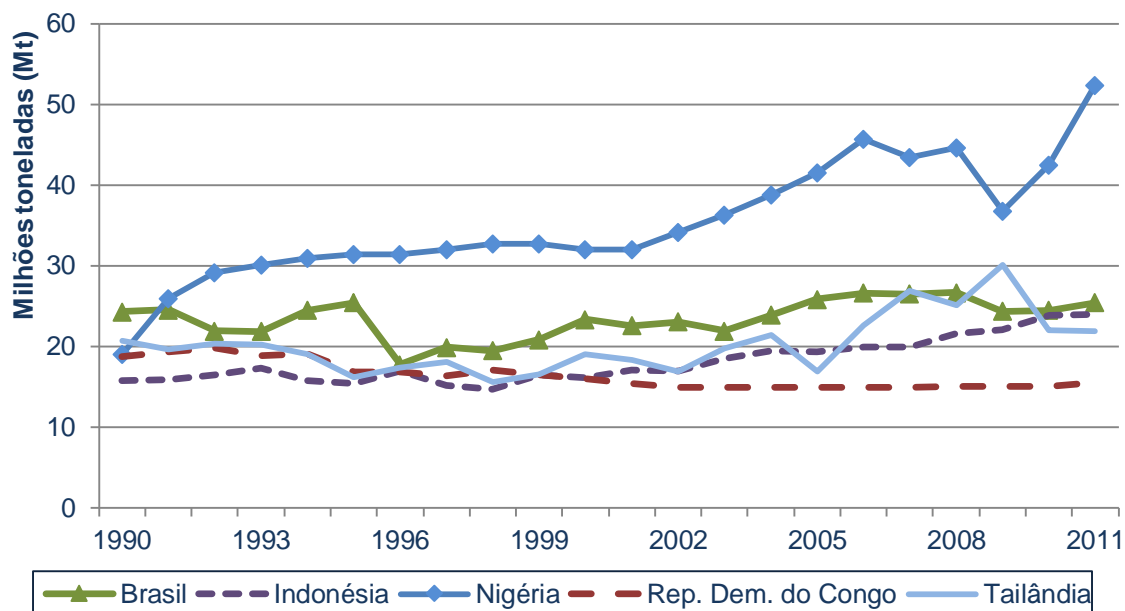
Em termos de produção, em toneladas, houve um crescimento a 2,4% ao ano nos últimos 20 anos. Um valor obtido em média por outras culturas importantes, como exemplifica a Tabela VI, anteriormente exposta. A participação brasileira nesse total mundial tem vindo a diminuir, ou seja, este país não tem acompanhado os aumentos de produção mundiais, tal como provado nas seguintes figuras.

Tabela VII- Evolução, no período de 2006 a 2011, na produção, em milhões de toneladas, dos 10 maiores países produtores mundialmente (FAO, 2013)

Países Produtores	Ano					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nigéria	45,72	43,41	44,58	36,82	42,53	52,40
Brasil	26,64	26,54	26,70	24,40	24,50	25,44
Indonésia	19,99	19,99	21,59	22,04	23,92	24,01
Tailândia	22,58	26,92	25,16	30,09	22,01	21,91
Rep. Dem. do Congo	14,99	15,00	15,01	15,05	15,05	15,57
Angola	9,04	9,73	10,06	12,83	13,86	14,33
Gana	9,64	10,22	11,35	12,23	13,50	14,24
Vietname	7,78	8,19	9,31	8,53	8,60	9,88
Índia	7,85	8,23	9,06	9,62	8,06	8,08
Moçambique	6,66	5,04	4,05	5,67	5,70	6,27
Mundo	223,56	226,42	232,01	235,45	236,71	252,20

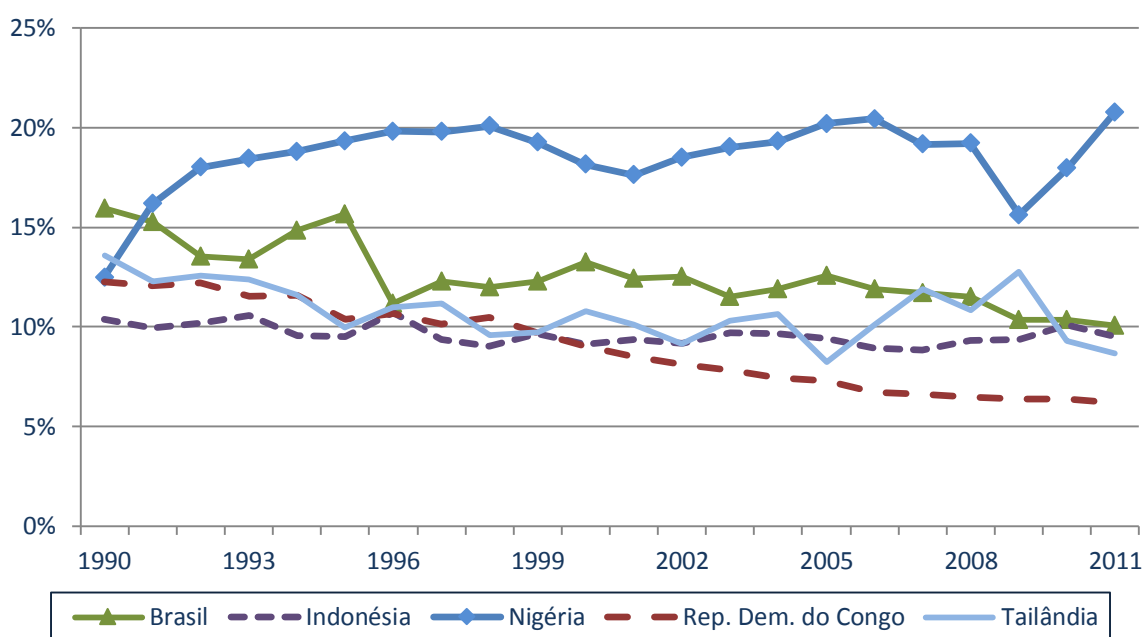
Na Tabela VII, denota-se um crescimento nítido na produção mundial nestes últimos anos. É possível também verificar a maior importância dada à cultura por Angola, Gana, exprimido pelos aumentos de produção alcançados.

Figura XVI- Evolução da produção de mandioca nos 5 maiores países produtores (FAO, 2013)



Na análise à Figura XVI, realça-se o papel da Nigéria na cultura da mandioca, tendo um admirável aumento de produção, ultrapassando em 2011, as 50 milhões de toneladas. A Indonésia também cresceu, mas menos significativamente. O Brasil, desde há 20 anos, mantém uma produção constante em torno de 25 milhões de toneladas.

Figura XVII- Evolução da quota (%) de cada país, na produção mundial de mandioca (FAO, 2013)



Em 1990, a Nigéria situava-se como 3º maior país produtor, a par com a República Democrática do Congo. Nos dias de hoje está destacada no topo dos produtores, sendo responsável por 21% do total produzido no mundo. O Brasil viu diminuída a sua posição no quadro mundial desta cultura, reduzindo a sua quota em 6% num espaço de 20 anos. Tem, agora, uma participação na produção mundial igual à da Indonésia.

Para explicar esta mudança nas quantidades produzidas no intervalo de tempo em estudo, o preço pago ao produtor é sem dúvida fundamental, pois tal como noutras actividades económicas, o preço é prioritário nos sistemas agrícolas. Na Tabela VIII, demonstra-se claramente um preço pago ao produtor nigeriano muito superior a qualquer outro. Comparando com o Brasil, o preço foi, em média, 2,4 vezes superior. Com esta situação, o sistema produtivo responde naturalmente a esse estímulo.

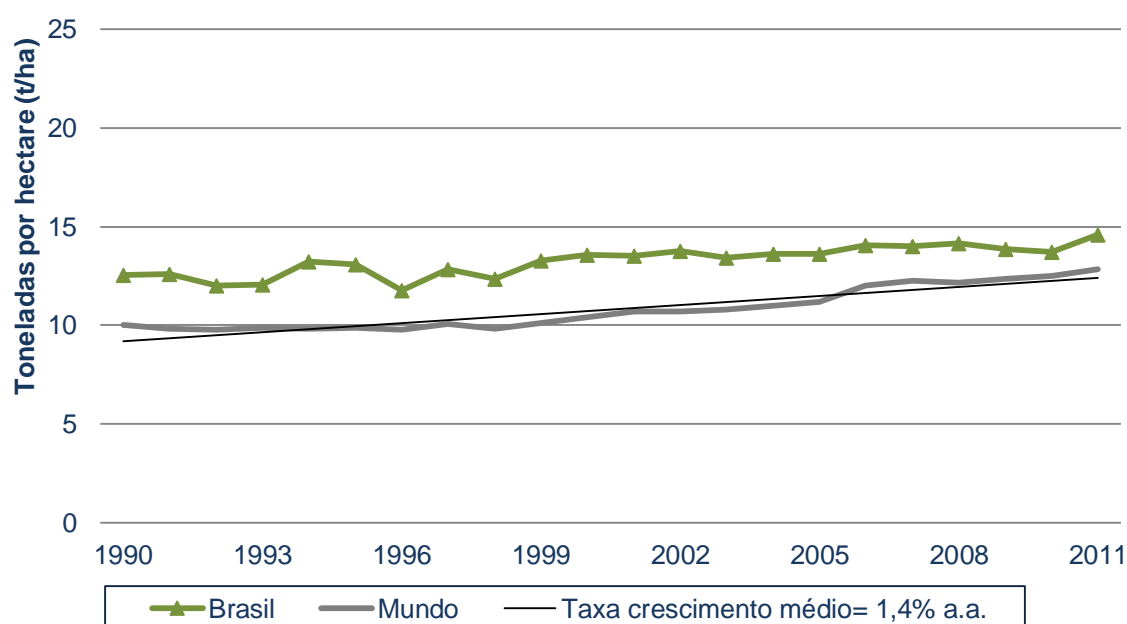
Tabela VIII- Preço pago ao produtor, em US\$/t, no período de referência entre 2005 a 2010 (FAO, 2013)

País produtor	Ano					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	71	75	82	104	106	130
Indonésia	83	59	72	153	174	223
Nigéria	167	189	175	284	n.d.	n.d
Tailândia	33	34	34	58	35	58

*n.d- não disponível

12.3- Produtividades. As maiores e dos principais produtores

Figura XVIII- Evolução da produtividade (t/ha) mundial e no Brasil, ao longo de 1990 a 2011 (FAO, 2013)



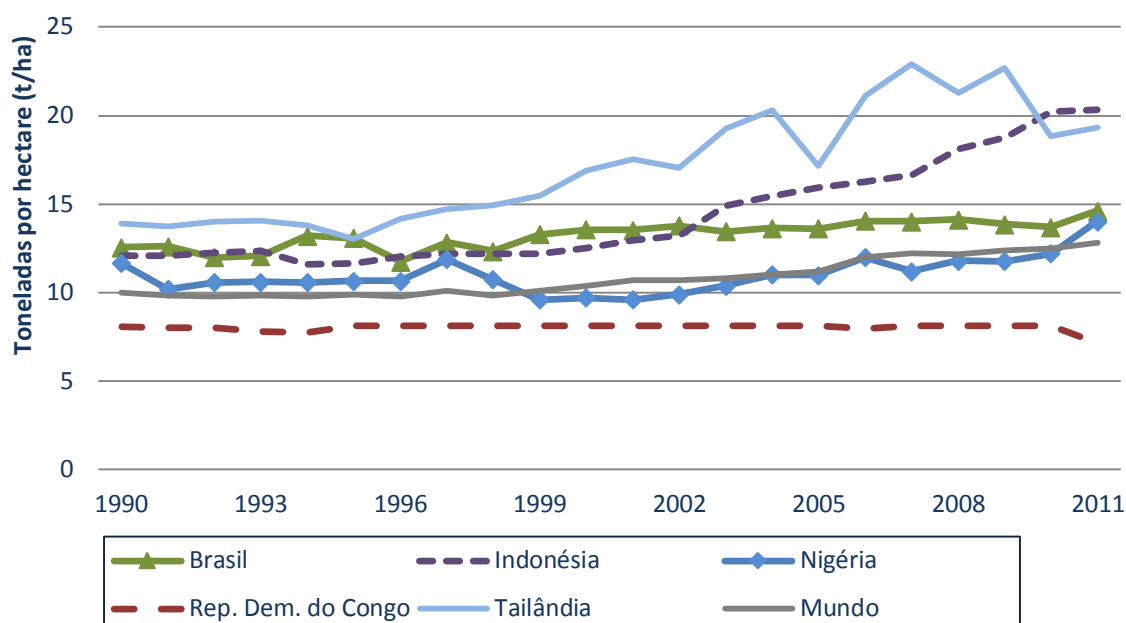
Em termos de produtividade, ou *yield*, medido em toneladas por hectare, o crescimento mundial na mandioca no período de 1990 a 2011 é de 1,4% ao ano, um valor similar à média obtida pelas culturas representadas na Tabela VI. O crescimento da produtividade no Brasil, neste mesmo intervalo, ficou abaixo deste valor, como veremos mais à frente.

O nível de produtividade indica o tipo de tecnologia aplicada na condução da cultura e o ambiente institucional da mandioca, isto é, uma alta produtividade terá sido fruto de: (1) uma condução do mandiocal moderna, (2) com vista a uma posição no mercado e não apenas consumo de subsistência, e (3) apoiada por medidas institucionais ou pelo ambiente vivido favorável à cultura. O contrário também é válido.

Tabela IX- Evolução das produtividades (t/ha) desde 2006 até 2011, nos 10 maiores países produtores (por ordem decrescente) e no Mundo (FAO, 2013)

Países Produtores	Ano					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nigéria	12,00	11,20	11,80	11,77	12,22	14,02
Brasil	14,05	14,01	14,14	13,86	13,70	14,61
Indonésia	16,28	16,64	18,10	18,75	20,22	20,30
Tailândia	21,09	22,92	21,25	22,68	18,83	19,30
Rep. Dem. do Congo	7,98	8,11	8,11	8,12	8,11	7,17
Angola	11,72	11,54	14,81	15,18	15,58	13,36
Gana	12,20	12,76	13,51	13,81	15,43	16,01
Vietname	16,38	16,53	16,80	16,80	17,26	17,63
Índia	32,11	32,22	33,54	34,34	34,76	36,48
Moçambique	7,77	7,75	3,38	4,52	6,00	6,42
Mundo	12,01	12,24	12,14	12,36	12,51	12,84

Na Tabela IX estão representados os níveis de produtividade dos dez maiores países produtores mundiais, sendo possível agrupar esses países consoante o nível de produtividade actual. Índia lidera com 36,5 t/ha, muito acima da média mundial de 12,8t/ha. Seguidamente, acima da média mundial, surge a Indonésia, a Tailândia e Vietname com 20,3, 19,3 e 17,6 t/ha, respectivamente. Na média mundial estão agrupados em t/ha, Nigéria (14,2), Brasil (14,6), Angola (13,4), Gana (16,0). Os países com níveis de produtividade abaixo da média são República Democrática do Congo e Moçambique. Como é possível aferir, não há correlação entre produção e produtividade alcançada.

Figura XIX- Comparação da produtividade mundial vs. Top 5 de países produtores (FAO, 2013)

Na Figura XIX e considerando outras acima comentadas, existem diversas leituras importantes a fazer. Na Nigéria, a produtividade pouco tem crescido, então o aumento de produção, a participação mundial elevada, deve-se em grande parte a aumentos de área (tal como se prova pela Figura XIII). A Indonésia e Tailândia, por sua vez, sofreram uma diminuição na área total, no entanto, dados o aumento de produtividade verificada, o resultado traduziu-se em aumentos da produção final. A República Democrática do Congo, sem aumentos de produtividade, diminuiu a produção, pela diminuição da área de cultivo. Importante sublinhar que os dois maiores produtores mundiais têm produtividades em linha com o mundo, sendo portanto o nível tecnológico adoptado na condução da cultura baixo.

12.4- Mercado Mundial de derivados da mandiocultura

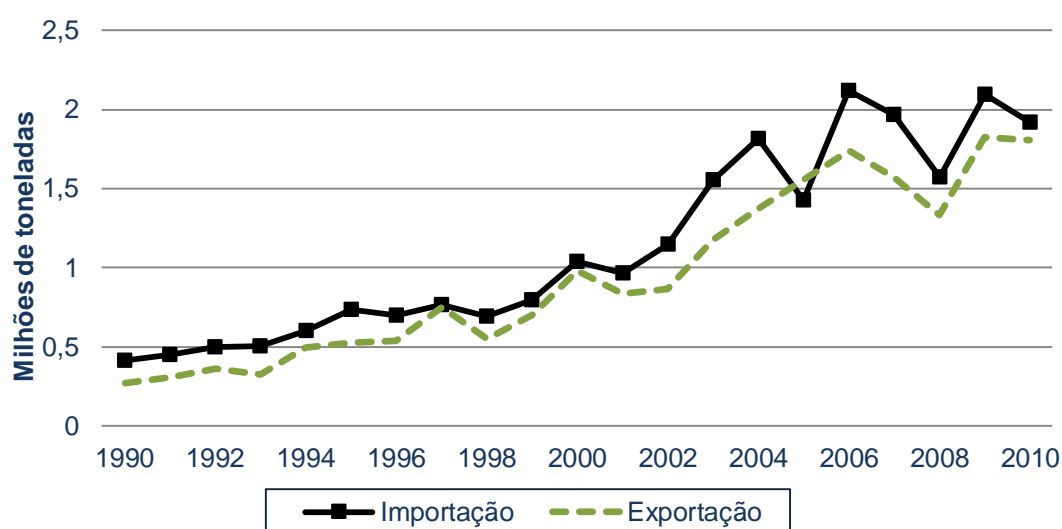
O mercado mundial de derivados (amido, *chips* ou pellets) da mandioca terá, por estimação, o volume de 16,6 milhões de toneladas, expandindo mais de 30%, face ao ano anterior; esta subida está a ser conduzida pela forte procura da China no mercado internacional. A Tailândia é o fornecedor número um mundial, com 11,7 milhões de toneladas (FAO, 2012).

A mandioca em fresco é um produto perecível, assim, o mercado de importações e exportações é quase nulo. Para este bem, o mercado significativo por excelência é o amido de mandioca, embora a transacção de *chips*, a forma desidratada da mandioca, também seja de grande importância.

12.4.1- Amido

O amido comercial produzido no mundo, que segundo Giannini (2011) estima, em 2015 irá atingir as 80 milhões de toneladas anuais, pode ser extraído de diferentes culturas agrícolas, sendo as mais relevantes o milho, contabilizando 70% do total; a mandioca, 10%; a batata-doce, 8%; o trigo, 6%; batata/outros, 6%. Os principais países produtores de amido são os Estados Unidos, 50%; a China, 20%, a União Europeia, 17%; a Tailândia, 4,5% e Brasil, 3,5%. Os dois maiores países produtores, EUA e China produzem amido predominantemente a partir de milho, mas pela sua procura crescente deste tipo de produto procuram outras fontes. Prevê-se por isso um maior volume de amido de mandioca transaccionado no futuro.

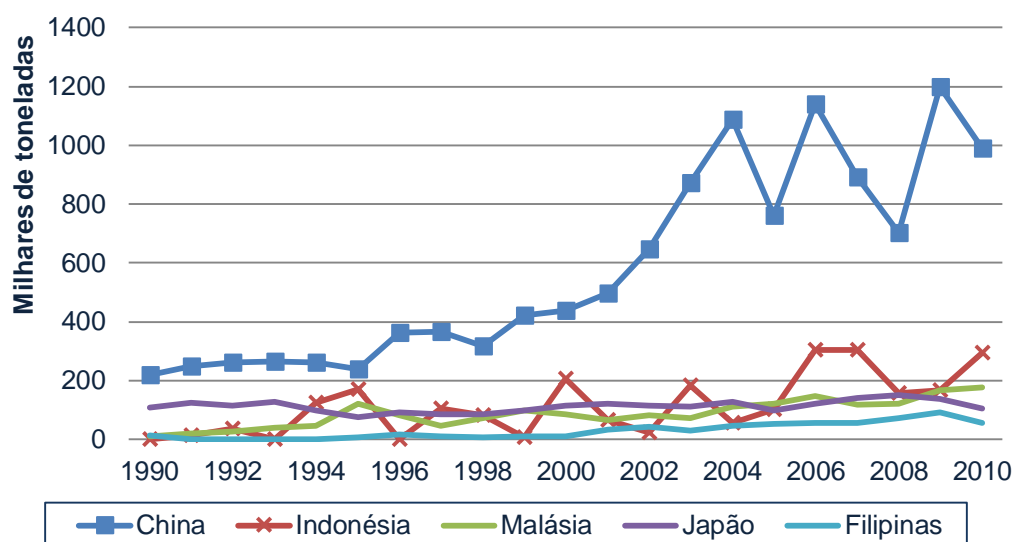
Figura XX - Evolução do mercado de amido de mandioca a nível mundial, em volume (FAO, 2013)



O mercado de amido tem crescido tendencialmente a nível mundial, em parte pela procura pela indústria de biocombustíveis. O mercado de amido de mandioca não é excepção (Giannini, 2011).

Nos últimos anos, verifica-se uma maior ocorrência de “altos e baixos”, demonstrando um mercado instável. Em causa está as variações no preço de mercado de outras matérias-primas produtores de amido, essencialmente milho, que em 2008 teve um pico de preço, possibilitando maior volume de transacção de amido de mandioca em 2009. Em 2010, segundo dados FAO (2013), as importações e exportações deste tipo de produto contabilizaram um total de 900 e 800 milhões de dólares, respectivamente.

Figura XXI- Importações de amido de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países importadores (FAO, 2013)



A China lidera os países que mais importa amido de mandioca, com cerca de 1 milhão de toneladas em 2010. De notar, nos picos existentes na série de dados da China e da Indonésia, produzindo incerteza de mercado. O volume de negócio de amido de mandioca é de importância elevada no quadro mundial, segundo evidenciado por Galan (2012).

Tabela X- Exportações de amido de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países exportadores (FAO, 2013)

Ano	Principais países exportadores				
	Tailândia	Hong Kong SAR**	Indonésia	Paraguai	Cambodja
1990	263,57	0	6,70	0	0
1991	295,14	0	4,51	0	0
1992	318,56	2,73	21,57	0	0
1993	216,11	6,14	92,28	0	0
1994	466,77	9,70	9,61	0	0
1995	447,63	15,20	30,87	0,14	0
1996	451,13	26,94	17,92	0	0
1997	675,47	32,12	7,34	0	0
1998	415,55	27,48	82,80	1,59	0
1999	591,24	41,31	49,30	0,73	0
2000	906,42	43,96	7,68	0	0
2001	748,82	31,83	10,93	2,18	0
2002	767,42	35,27	20,08	0,93	0
2003	1023,07	88,17	4,48	21,27	8,85
2004	1039,70	107,47	185,32	9,96	7,88
2005	1353,04	76,71	72,01	13,98	2,67
2006	1614,44	70,88	3,45	19,07	4,52
2007	1422,10	56,38	22,90	27,55	2,96
2008	1216,76	30,70	36,99	17,40	0,05
2009	1743,07	23,64	13,20	8,35	0,14
2010	1694,25	34,31	23,81	21,27	13,72

*em milhares de toneladas

** Kong Special Administrative Region Hong

A Tabela X clarifica a grande participação da Tailândia nas exportações mundiais de amido de mandioca. Em 2010, transacionou 1,7 milhões de toneladas deste tipo de amido, o 2º maior “jogador” mundial exportou 34 mil toneladas de toneladas. Segundo dados da FAO (2013) o Brasil exportou em 2010, apenas 3.500 toneladas de amido de mandioca.

A Tailândia, com uma produção idêntica à brasileira, a níveis de produtividade superior, domina nos dias de hoje o mercado de amido mundial, pois a produção destina-se em grande parte à indústria de amido, e uma parte de *chips* ou *pellets* (Felipe; Alves, 2011). No Brasil o fabrico de farinha e o consumo elevado *in natura* dita uma menor aposta na produção e exportação de amido de mandioca.

12.4.2- Chips

Esta forma seca/desidratada da raiz de mandioca permite a sua conservação até ao seu processamento industrial, sendo importante para países que produzem a raiz da mandioca, mas não possuem fábricas de produção de amido ou etanol.

Quando comparado com o mercado de amido, o volume e o valor das transacções de *chips* é superior. De acordo com dados FAO (2013), as importações e exportações de *chips* de mandioca perfizeram um total de 1.350 e 1.130 milhões de dólares, respectivamente.

Tabela XI- Evolução das importações de *chips* de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países importadores (FAO, 2013)

Ano	Principais países				
	China	Coreia do Sul	Tailândia	EUA	Brasil
1990	703,71	763,47	0	179,00	0
1991	366,19	443,55	0	127,00	0
1992	377,00	875,60	0	217,00	0
1993	192,35	658,51	0	21,58	0
1994	142,69	143,89	0	22,96	0
1995	457,32	152,06	0	24,05	0,06
1996	81,16	632,27	0	32,34	0,01
1997	300,48	584,84	0	35,12	0,17
1998	300,53	463,30	0	35,73	0,08
1999	372,77	212,46	0	37,59	0,18
2000	256,68	291,79	0	41,29	0,05
2001	1977,59	444,94	0	45,46	0,00
2002	1760,43	156,77	0	49,47	0,03
2003	2397,50	247,48	0,01	53,50	8,13
2004	3473,06	460,37	0,01	57,85	1,43
2005	3345,70	264,55	0,29	64,06	5,07
2006	4950,37	268,32	0,26	62,96	4,63
2007	4672,18	301,81	2,94	63,49	5,74
2008	2003,70	899,72	85,29	59,45	2,12
2009	6116,98	551,73	324,17	61,99	0,00
2010	5767,75	293,25	130,65	64,73	25,29

*milhares de toneladas

A China domina o mercado de importações de *chips* pela grande procura de raiz para abastecer a sua indústria e atingir os valores de produção de etanol fixados. De acordo com Giannini (2011), este país até 2015 terá um crescimento nas produções de amido, produto obtido pelo processamento de *chips* à razão de 5 a 7% ao ano.

Tabela XII- Evolução das exportações de *chips* de mandioca, em milhares de toneladas, nos 5 maiores países exportadores (FAO, 2013)

Ano	Principais Países exportadores				
	Tailândia	Vietname	Indonésia	Costa Rica	Paraguai
1990	7557,58	28,00	1271,10	16,00	0
1991	6382,49	0,35	858,62	27,74	0
1992	8331,01	32,41	873,41	24,42	0
1993	6674,02	31,00	935,88	22,51	0
1994	4728,11	30,50	686,04	39,34	0
1995	3224,19	108,81	481,48	44,83	0
1996	3728,75	74,50	388,59	52,66	0,08
1997	4283,76	80,28	247,00	52,81	0,01
1998	3349,05	78,00	221,40	52,87	0,03
1999	4269,19	182,00	284,39	56,20	0,02
2000	3246,96	135,06	151,44	58,62	0,01
2001	4684,65	138,50	177,08	64,02	0
2002	2904,15	328,28	70,43	72,30	0
2003	3677,12	632,01	22,00	75,18	7,00
2004	5019,01	749,67	234,17	76,78	0,00
2005	3031,31	534,05	229,79	81,87	3,60
2006	4213,88	1040,66	132,01	81,31	6,50
2007	4558,81	1316,56	209,67	90,49	7,05
2008	2882,85	753,34	129,70	76,23	2,30
2009	4357,29	2294,13	168,06	81,90	0
2010	4273,38	1070,89	145,22	92,36	25,29

*em milhares de toneladas

A Tailândia exporta 4,3 milhões de toneladas de *chips* de mandioca, seguido do Vietname com aproximadamente 1 milhão de toneladas. Estes dois países estão muito dependentes da procura deste produto, pela China, no mercado.

Depois de um olhar na evolução da mandioca no quadro global, o estudo recai sobre o Brasil, comparando entre culturas dominantes e a realidade por região.

13- Economia e contexto da cultura da Mandioca no Brasil

O Brasil é o 2º maior produtor de mandioca do Mundo, com 24,3 milhões de toneladas em 2012. A área colhida nesse mesmo ano foi de 1.820 mil hectares, com uma produtividade de 14,2 t/ha de raiz (IBGE, 2012). Para o ano de 2013, segundo estimativas do Ministério da Agricultura brasileiro, o valor do agronegócio da mandioca situa-se nos R\$ 5,7 mil milhões, diminuindo 7,3% em relação ao ano de 2012.

Segundo citado em Santos *et al.* (2009), Peduzzi (2009) estimou que do total produzido, 50% é processado em farinha, 40% destina-se a consumo de mesa ou ração animal, e 9,5% encaminha-se para a produção de amido, embora outros autores (Wosiacki; Cereda, 2002) defendam que, pelo carácter de subsistência e cultura de fundo de quintal, seja difícil prever as quantidades destinadas a cada fim, não avançando com valores.

O consumo alimentar, por sua vez, decresceu, influenciado pela melhoria de rendimento e migração para áreas urbanas do cidadão brasileiro nos últimos dez anos, factores que ditaram uma mudança nos padrões de compra. A mandioca neste país é identificada, no estudo de Thomas *et al.* (1991), como um bem inferior, onde uma diminuição da receita do agregado aumenta o consumo deste produto, isto ocorre, pois é o único bem que pessoas de níveis de rendimento baixos conseguem comprar, sendo o contrário também verdadeiro. Economicamente diz-se que tem elasticidade-renda negativa. Para contra balancear os factores de diminuição na procura de raiz deverá existir uma maior busca pela qualidade do produto e produto minimamente processado, introduzindo-se nas superfícies comerciais produtos derivados, de mais fácil e rápida preparação, como a mandioca pré-cozida e congelada (Cardoso, 2003).

Ao contrário de outros países que estão a demonstrar crescente interesse pela cultura e os produtos obtidos a partir desta, no Brasil, a importância da mandioca estagnou, como também a área, a produção e o nível de produtividade, como observado mais à frente e bem documentado na Tabela XIII.

13.1- Dualidade no Brasil

A produção de mandioca apresenta um grande desfasamento, ou dualidade, entre o Norte e Nordeste e o Centro-Sul (Sudeste, Sul e Centro-Oeste) do Brasil. No Norte e Nordeste, a cultura tem contornos mais tradicionais, para consumo alimentar, na forma fresca ou produção de farinha, verificando-se a ausência quase completa de sistemas agro-industriais para produção de amido. No Centro-Sul a mandioca é vista mais como cultura industrial, sendo a matéria-prima para a produção de amido ou etanol.

A mandioca, como vimos pela tendência dos últimos 20 anos, perdeu importância relativa na agricultura brasileira (isto é, não acompanhou a grande evolução do sector agrícola ocorrida neste período de tempo), na indústria brasileira e por fim no consumidor brasileiro, sendo hoje o seu interesse muito baixo. Este facto condiciona em muito a revisão bibliográfica deste trabalho. As referências encontradas para o Norte e Nordeste caracterizam: o Brasil por regiões (Vilpoux, 2008), o Estado da Amazônia (Parente *et al.*, 2003), o Estado de Alagoas (PAPL, s.d.), o Estado da Bahia (Santos *et al.*, 2009), o Estado de Rondônia (Embrapa Rondônia, 2009) e o Nordeste do Pará (Alves *et al.*, 2011). Estes estudos servem de base para este capítulo, pois a generalização não causa imprecisão, visto existir grande homogeneidade de características da mandiocultura em todo o Norte do País.

A mandiocultura no Norte e Nordeste é caracterizada pela produção em pequenas roças ou “sítios”; e caso seja uma grande exploração, a área cultivada é pequena. Na grande maioria das explorações a mão-de-obra é do produtor ou familiar, não havendo busca por variedades especialmente produtivas, material vegetal livre de doenças, aplicação de fertilizantes ou uso de equipamentos (PAPL, s.d). As transacções produtor/processador caracterizam-se por venda directa ou regime de parceria (Santos *et al.*, 2009).

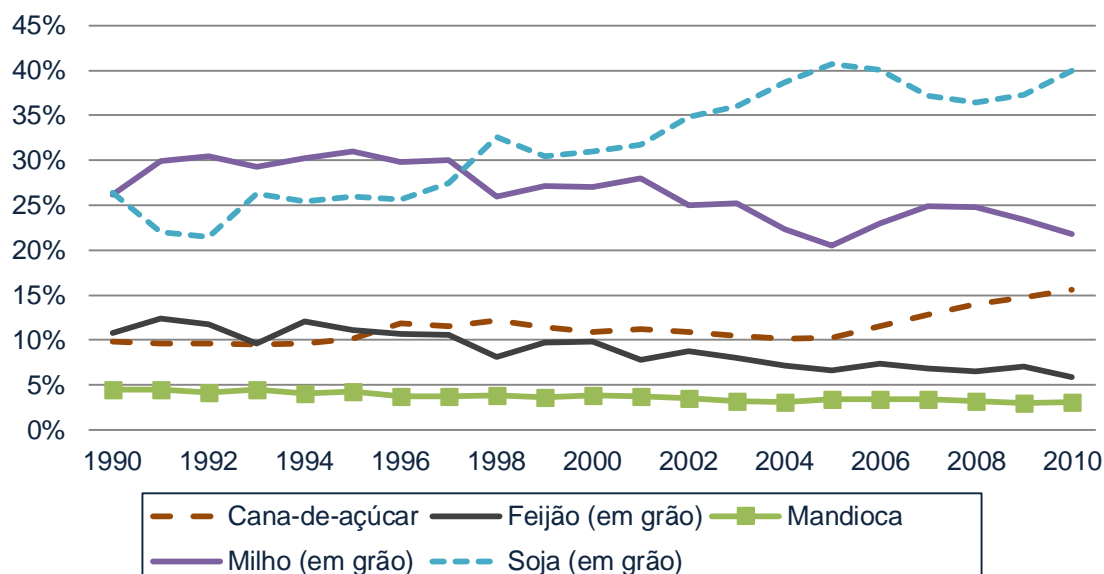
A indústria de mandioca, nesta região, baseia-se somente na produção de farinha, de forma tradicional, com estrutura por vezes do tempo colonial. Existem algumas tentativas para a introdução de indústria de amido, mas sem sucesso, em parte pelas condições de clima e fertilidade do solo que não viabiliza a implantação desta indústria (Parente *et al.*, 2003; Vilpoux, 2008). Segundo um estudo do Programa de Arranjos Produtivos Locais do Estado de Alagoas (PAPL, s.d) a indústria é composta por pequenas e médias unidades, mas as pequenas casas de farinha estão representadas em maior expressão. De acordo com Santos *et al.* (2009), os beneficiadores rurais, gerentes dessas unidades transformadoras simples não têm condições para evoluir as suas indústrias porque, não têm qualificações necessárias nem conhecimentos gerenciais e, não reinvestem o lucro gerado, deixando as infra-estruturas obsoletas e inadequadas. Resultado, os ganhos obtidos desta actividade são pequenos (entre um e dois salários mínimos) e a qualidade do produto final é precária. No entanto, estas casas de farinha são de importância social extrema, pois são garantia de rendimento económico e trabalho a muitas famílias no Norte e Nordeste do Brasil.

Paralelamente, o Centro-Sul do país apresenta um desenvolvimento considerável na agro-indústria da mandioca. Nesta região, a mandiocultura está assente num maior conhecimento técnico, em variedades produtivas com bom teor em amido, com níveis de tecnologia aplicados superiores e em áreas maiores para viabilizar os investimentos. O produto final obtido é de melhor qualidade e em maior quantidade, provado pelos níveis de produtividade altos, face ao Norte e Nordeste. A produção de amido, para ser viável economicamente necessita desta garantia de qualidade e quantidade, daí a produção de amido concentrar-se nesta região do Brasil, mais particularmente nos Estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul (Vilpoux, 2008), que juntos segundo Parente *et al.* (2003) representavam 96% da produção total de amido. Há também produção de farinha, em menor expressão que no Norte, embora esse mercado paralelo compita e condicione o mercado de amido, trazendo mais uma forma de insegurança à cadeia.

Considerando a produção de farinha, em grande parte, uma actividade pouco profissional, produzida em casas de farinha ou, por vezes informalmente realizada pelo próprio agricultor, a relevância do estudo desta indústria é pequena; afirmação comprovada pela pouca bibliografia disponível. Neste trabalho estuda-se, com maior detalhe, a indústria de amido de mandioca no Centro-Sul do Brasil, por ser de grande importância no quadro actual e futuro da mandiocultura brasileira.

13.2- Área da mandioca no contexto das grandes culturas brasileiras

Figura XXII- Ocupação (%) da área total agrícola brasileira, de diferentes grandes culturas (IBGE, 2013)



Na Figura XXII nota-se um claro avanço das culturas de cana-de-açúcar e soja em ocupação do total de área agrícola neste país. De notar as linhas quase paralelas entre soja e milho, evidenciando a relação de consórcio ou substituição entre estas duas culturas. A mandioca ocupa, historicamente, 3 ou 4% do total agrícola.

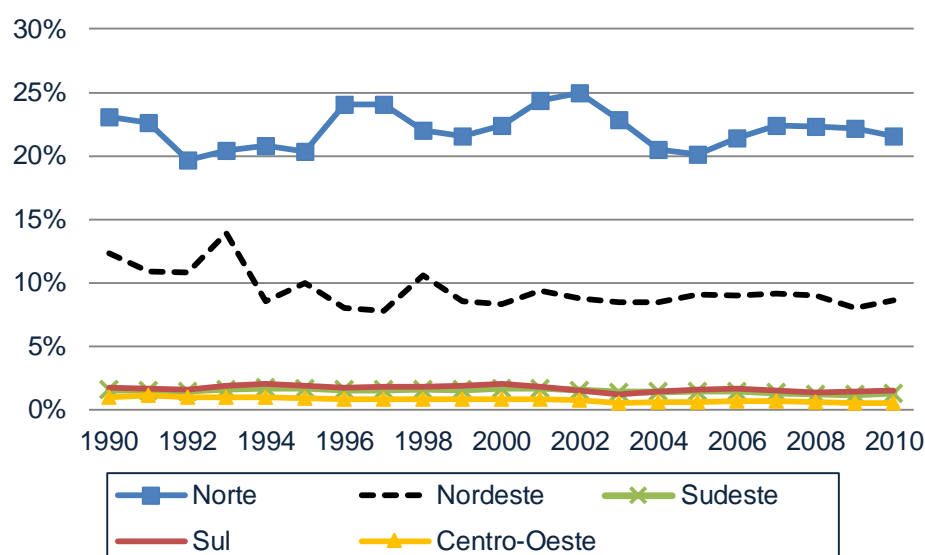
A Tabela XIII elaborada pelo autor, a partir de dados FAO (2013), demonstra de forma explícita a estagnação, nos últimos 20 anos, da cultura da mandioca, quando comparado com a média de outras culturas importantes. Em termos de área, ao passo que a média das culturas estudadas cresceu 0,6% ao ano, a da mandioca teve crescimento nulo. Esta tabela será referida posteriormente, aquando da análise da produção e produtividade.

Tabela XIII- Taxa de crescimento médio anual (%) na área, produção e produtividade em diversas grandes culturas e a sua média no Brasil (FAO, 2013)

Cultura	Taxa de crescimento médio (1990-2011)		
	Área	Produção	Produtividade
Arroz	-2,1%	1,8%	4,0%
Batata	-1,0%	2,5%	3,5%
Mandioca	0,0%	0,7%	0,8%
Milho	0,3%	3,9%	3,6%
Soja	4,9%	7,3%	2,2%
Trigo	1,6%	4,7%	3,1%
Média	0,6%	3,5%	2,9%

13.3- Área da mandioca, por região

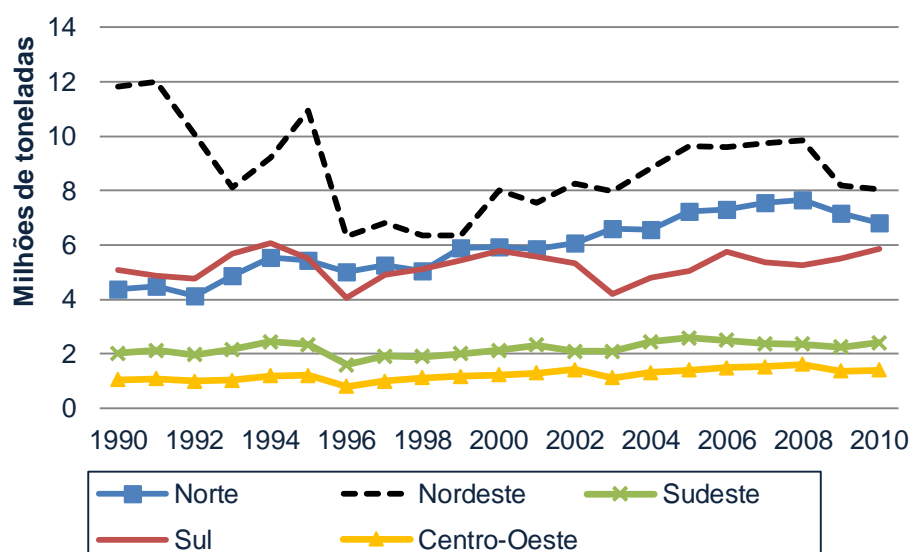
Figura XXIII- Ocupação da cultura da mandioca, em percentagem do total da área agrícola da região em estudo (IBGE, 2013)



A cultura da mandioca assume especial importância em duas regiões, destacadas das demais: Norte e Nordeste. Este facto deve-se à grande tradição histórica desta cultura nestas regiões, quer para alimentação, quer socialmente. Nas 3 outras grandes regiões brasileiras, a cultura da mandioca expressa-se em 1 ou 2% do total de agricultura existente, ou seja, é muito pouco significativa em área.

13.4- Produção, por região

Figura XXIV - Produção de mandioca consoante as grandes regiões brasileiras (IBGE, 2013)

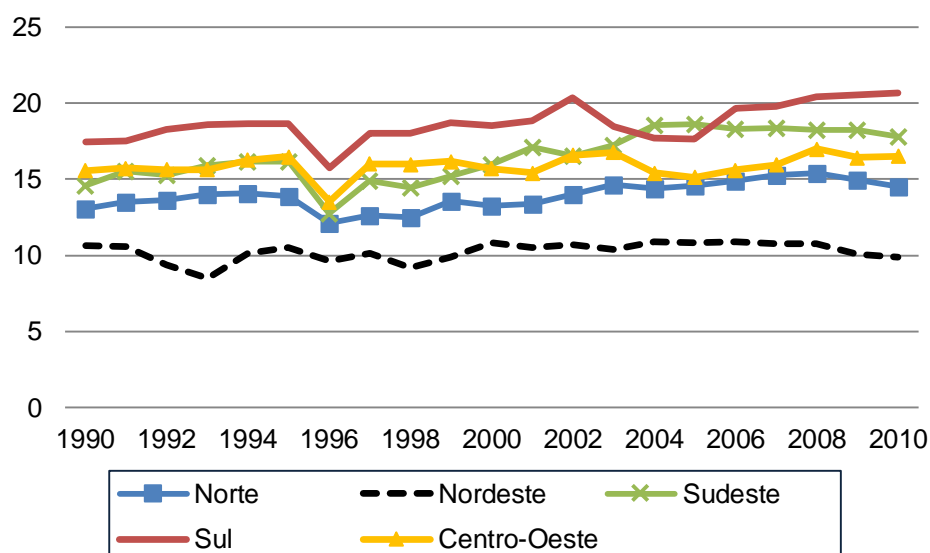


O Nordeste produziu, em 2010, 8 milhões de toneladas, perdendo um total de 4 milhões de toneladas num espaço de 20 anos. O Norte teve um crescimento neste mesmo período. A Figura XXIV demonstra que a produção do mandiocal está muito dependente do nível tecnológico aplicado na sua condução. Exemplo disso é a indicação que a região Sul consegue atingir produções similares às obtidas no Norte, numa área de plantação inferior.

Na Tabela XIII, apresentada em 13.2, demonstra-se um crescimento médio anual de 3,5% na produção das grandes culturas consideradas, sendo que a mandioca estagnou praticamente a sua produção à escala brasileira, com um pequeno crescimento de 0,7%. De notar o desenvolvimento da cultura de trigo, com um aumento de 4,7% ao ano na colheita.

13.5- Produtividade

Figura XXV- Produtividade atingida em média pelos agricultores das diferentes regiões do Brasil (IBGE, 2013)



Provando a afirmação na análise anterior, a Figura XXV evidencia a maior produtividade no mandiocal do Sul, competindo assim com regiões mais a Norte pela tecnologia que se aplica a este cultivo. É de realçar que, com 2% da área agrícola ocupada com mandioca, na região Sul que ocupa 7% do território brasileiro, obtenha-se uma produção pouco menor que em regiões maiores como o Norte, que ocupa 45% da área territorial brasileira e onde existe uma maior fatia da superfície agrícola ocupada por mandiocal.

Comparando com outras culturas, pela Tabela XIII, a produção por unidade de área na mandioca aumentou apenas 0,8% ao ano, ficando aquém da média de 2,9%. Ou seja, o potencial produtivo da mandioca foi pouco incentivado, dando primazia ao desenvolvimento de outras culturas.

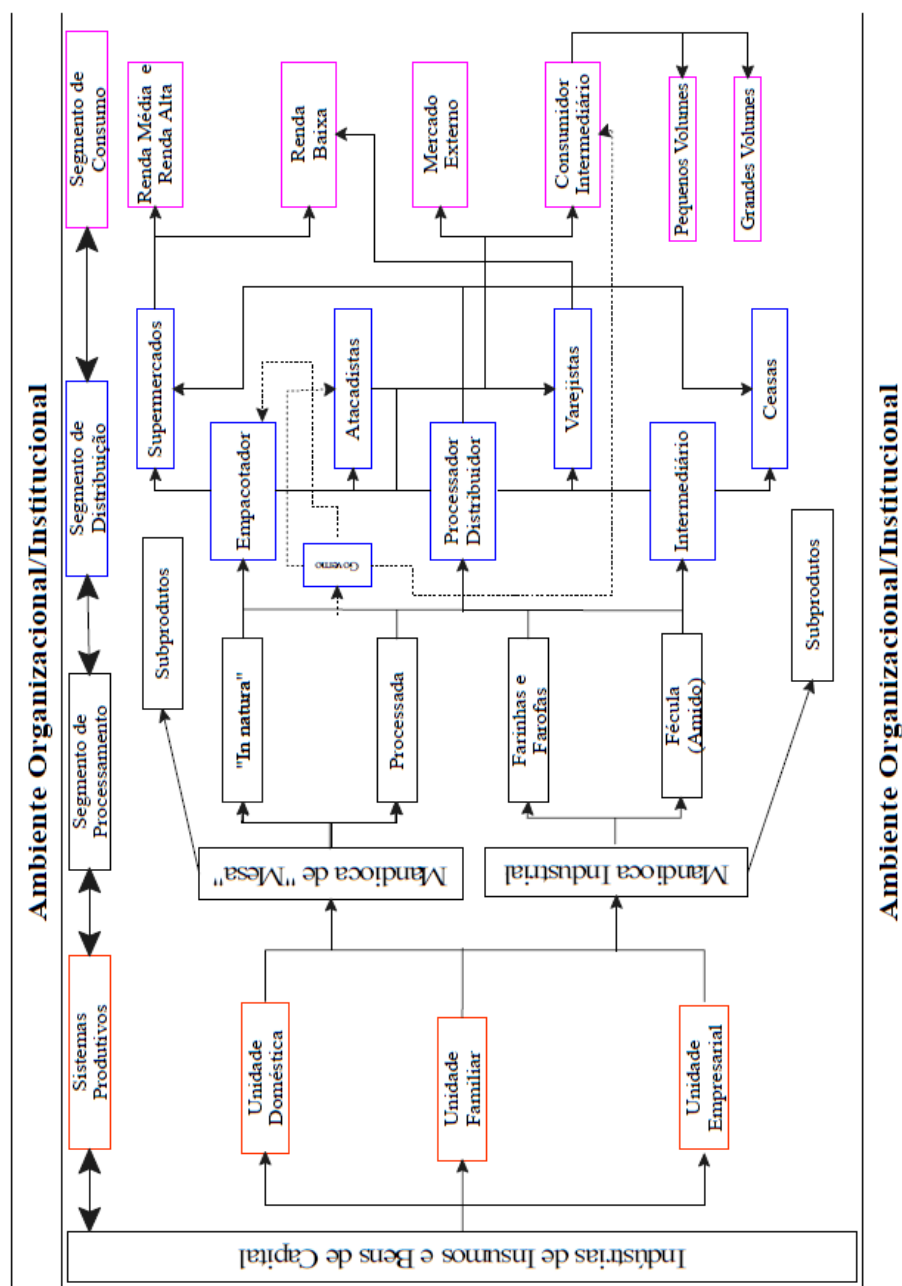
A leitura e análise dos gráficos e tabelas acima exemplificados demonstram, concreta e quantitativamente, a menor importância dada ao mandiocal nos últimos 20 anos.

14- Caracterização da cadeia produtiva no Centro-Sul brasileiro

14.1- Organização

Uma cadeia agro-industrial é composta, tradicionalmente, por quatro segmentos: sistema produtivo, processamento, distribuição e consumo. Somando a estes segmentos, a indústria de factores de produção e bens de capital (a montante de produção) e ambiente institucional (ao longo da cadeia), temos definido o quadro de trabalho, como representado na Figura XXVI.

Figura XXVI- Representação da cadeia agro-industrial da mandioca (Barros *et al.*, 2004)

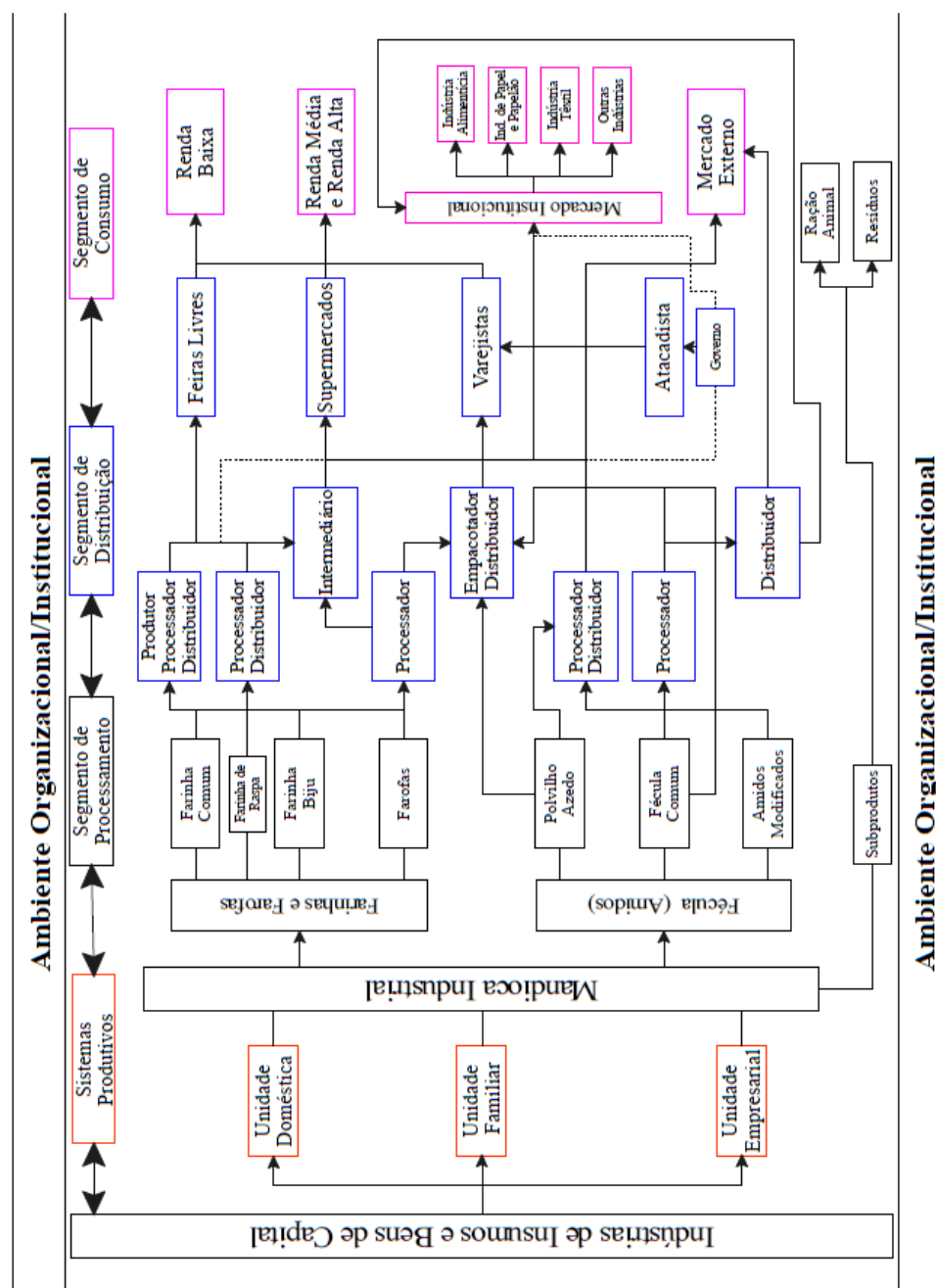


A mandioca, como vimos, possui diversos produtos e subprodutos e classifica-se em mandioca (1) de mesa ou (2) para a indústria. O consumo em fresco representa a maior parte do total de mercado na mandioca de mesa, embora haja interesse crescente no processamento mínimo,

como pré-cozida e congelada, ou *snack*. Em relação à mandioca para indústria, a farinha destina-se ao consumo alimentar, sendo um produto destinado a mercados locais pela especificidade regional que possui; o amido por sua vez, serve de matéria-prima a muitas indústrias, incluindo a alimentar, mas também a de embalagens, papéis, têxteis etc., e possibilita valor acrescentado superior e existência de mercado externo. Os produtos gerados nas duas subcadeias têm um valor económico que começa nos dias de hoje a ser chave para melhoria da cadeia de mandioca.

Neste trabalho será abordada somente a análise da subcadeia de mandioca para a indústria, tal como afirmado no ponto 13.1.

Figura XXVII- Representação da subcadeia agro-industrial da mandioca industrial (Barros *et al.*, 2004)



Daqui em diante, num mercado que se prevê cada vez mais competitivo, não há espaço para realizar a cultura com incerteza do fim a que se destina o produto final, como por vezes acontecia. Assim, a escolha da região de cultivo, a escolha da variedade a plantar e das técnicas culturais a adoptar, serão específicas consoante o destino, alimentar ou industrial, estipulado. A visão de subcadeia de mesa e industrial, segundo Barros *et al.* (2004) é assim didáctica, fazendo uma separação clara e necessária.

14.2- Indústria de factores de produção e bens de capital

Para atender a cultura da mandioca não existe uma organização especial da indústria de factores de produção e de bens de capital. Na sua grande maioria, estes são produzidos para outras cadeias sendo, posteriormente, adaptados pelos produtores e processadores de mandioca para esta cultura. As plantadeiras, afofadores e os equipamentos indústrias para produção de amido e farinha são as excepções à regra. Como vimos anteriormente a cultura da mandioca travou há 20 anos, assim sendo, a procura por factores de produção ou equipamentos não cresce, mantendo-se reduzida. A baixa escala impossibilita o interesse de investimento privado na oferta de equipamentos ou factores de produção específicos para a mandiocultura (Barros *et al.*, 2004)

14.3- Sistema produtivo;

Existem 3 tipologias básicas de sistemas de produção para a mandioca: a unidade doméstica, a unidade familiar e a unidade empresarial. Para esta distinção considera-se a origem da mão-de-obra, a tecnologia aplicada, a participação no mercado e o nível de intensidade de uso do capital na exploração. A unidade doméstica caracteriza-se por usar mão-de-obra familiar, sem aplicação de tecnologia moderna, desligado ou pouco ligado ao mercado e com baixa intensidade de capital usado. A unidade familiar adopta já algumas tecnologias modernas, com ligação ao mercado, com maior grau de intensidade de uso de capital. Já a unidade empresarial, é marcada pela contratação de mão-de-obra de terceiros, pois nível de tecnologia, mercado e capital é similar à unidade familiar. Apesar desta distinção, no Centro-Sul brasileiro, é difícil denotar diferenças claras. Com a maior exigência dos mercados em estabilidade de preço e qualidade do produto final, a unidade doméstica está a perder o papel de fornecimento para o mercado ou indústria, e no futuro manter-se-á importante, apenas domesticamente ou em mercados regionais de baixa expressão, no fornecimento de hidratos de carbono para a população rural, de baixo nível socioeconómico (Barros *et al.*, 2004).

Os sistemas anteriormente descritivos estão presentes tanto na produção de mandioca de mesa, quer na de mandioca para indústria. Na subcadeia de mesa, há predomínio da unidade familiar, e na subcadeia de indústria (Figura XXVII) predominam as unidades familiar e empresarial.

De acordo com Barros *et al.* (2004), produtores com menos de 12 ha cultivados representavam 68% da raiz processada; 20% do total da raiz provinha de agricultores que cultivavam

entre 12 e 70 ha; 12% da matéria processada provinha de culturas com mais de 70 ha. Esta situação foi reportada para o Estado de São Paulo, mas pode ser generalizada aos Estados do Centro-Sul, e após dez anos, ainda é uma realidade, comprovando que a mandiocultura é dominada por pequenos produtores e complementar dentro de uma exploração.

Segundo Barros *et al.* (2004), o motivo de decidir plantar ou não cultura da mandioca, possibilita agrupar os produtores em dois tipos:

- i. Seja qual for o presente e a perspectiva futura de mercado, o produtor tradicional planta todo o ano. Utiliza esta cultura como mais uma dentro da propriedade, e apenas utiliza o conhecimento de mercado para definir a área a utilizar;
- ii. Com época de preço aliciente, surgem produtores “oportunistas”, que entram e saem do mercado por possuírem factores de produção não específicos da cultura da mandioca e, para aqueles factores que se encontram em falta, têm capital para os adquirir.

14.4- Transacções entre Produtor e Processador

A mandioca é processada para produzir, geralmente, dois tipos de produto na indústria: a farinha e o amido. No primeiro caso, a transacção geralmente é informal, abastecendo “casas de farinha” rudimentares, de pequena escala ou por vezes unidades de transformação superiores. No segundo caso, o tipo de transacções são essenciais para a estabilização do mercado do amido e da formação de uma cadeia eficiente; por essa razão, esta relação estabelecida entre produtor/processador foi estudada.

Para avaliar os arranjos institucionais, ou expondo de outra forma, as formas de compromisso, entre o produtor e o transformador da matéria-prima, segundo Vilpoux (2010) a Economia de Custos de Transacção (ECT) é o método correcto, permitindo caracterizar os factores que influenciam as transacções, racionalizando a adopção de cada arranjo institucional. Acrescenta-se que a análise da ECT numa empresa procura sempre reduzir os custos de transacção.

Cada transacção possui 3 atributos que condicionam o tipo de coordenação subsequente: (1) especificidade de activos, ou seja, custos que advêm da impossibilidade de alocação alternativa da matéria-prima em estudo; (2) frequência, ou regularidade da transacção; (3) incerteza, ou risco. Se a especificidade de activos e os factores de risco forem elevados, há propensão para a adopção de arranjos institucionais com maiores garantias (Vilpoux, 2010).

Segundo o nível de garantia dada há 4 tipos de coordenação:

- C1. Mercado “spot”: sem garantias dadas. Será a tradicional ida ao mercado comprar o produto necessário;

- C2. Acordos contratuais com fracas garantias: são contratos com compromisso de compra pelo industrial e venda pelo agricultor, garantindo o preço, mas não a matéria-prima;
- C3. Acordos contratuais com garantia intermédia: engloba a compra antecipada ou financiamento da cultura com reembolso do produto agrícola. Neste caso a probabilidade de o acordo ser respeitado é maior.
- C4. Integração vertical: os agentes económicos responsáveis pela produção e processamento pertencem à mesma entidade, grupo ou empresa, que engloba a cadeia. Desta forma, adquire-se garantia alta.

Quando o nível de garantia cresce de C1 para C4, há necessariamente um maior esforço de coordenação entre os intervenientes, que no caso da integração vertical, é máxima (Peterson *et al.*, 2001).

Concretamente, no caso do mercado de mandioca para amido, avaliando os 3 atributos das transacções, a especificidade de activos é alta pela matéria-prima ser exclusiva nas indústrias, ser perecível e não permitir armazenamento. É específica também para o agricultor, no caso de culturas de ciclo longo e, quando não tem outra opção cultural cria um estado de dependência. A frequência de transacção é elevada, pela presença de muitos agricultores, dificultando a formação de uma relação de confiança produtor/transformador. O risco de faltar matéria-prima é muito significativo por vários motivos, como a elevada variação na área plantada, a concorrência com o mercado de farinha e a grande elasticidade de preços (Vilpoux, 2010).

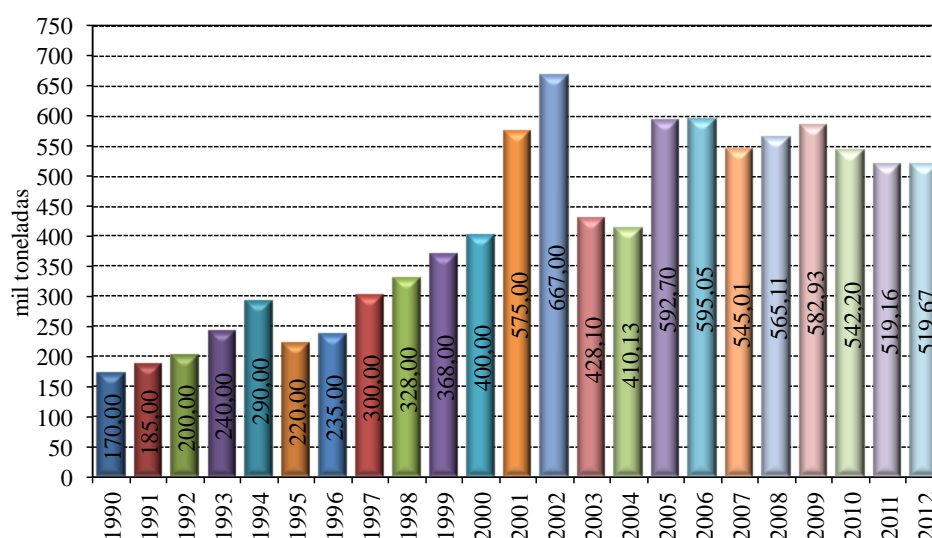
A pesquisa e análise, deste mesmo autor, concluiu que as indústrias com maior especificidade de activos e nível de risco devem procurar arranjos institucionais mais estáveis, C3 e C4. Sendo o sector mandioqueiro brasileiro um caso onde essa regra se aplicaria, tal não acontece. A principal razão para a baixa formulação de contratos (C2, C3) com os agricultores é o tamanho destes. Um produtor de pequeno ou médio significa um grande risco de incumprimento, pela sua informalidade com a cultura. Caso haja incumprimento, o sistema judicial deste país não traz responsabilidade ao culpado, deixando a indústria lesada. A não formulação de relação de integração vertical (C4) em maior expressão é ocasionada pelos custos superiores desse tipo de actividade, caso da mão-de-obra, de grande necessidade para a cultura, que é mais eficiente no pequeno produtor, ou no produtor por conta própria.

Enquanto a mandioca exigir grande trabalho manual e, não houver garantia suficiente por parte das instituições nas transacções contratuais, o sector industrial mandioqueiro terá a sua escolha mais económica na compra via mercado (C1). Neste quadro actual negativo, surge a esperança para o sector. A variação no ambiente tecnológico da cultura, como o melhoramento da mecanização em detrimento de mão-de-obra, ocasionará a mudança institucional nas relações entre produtores e processadores. O arranjo institucional esperado para o futuro será o compromisso com produtores maiores e a integração vertical. A maior garantia de fornecimento de matéria-prima criará um mercado mais estável, com preço regular, sendo estas condições indispensáveis para uma cadeia competitiva e evoluída (Vilpoux, 2010).

14.5- Segmento de processamento;

Segundo dados recolhidos em 2013 pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), no Brasil existem 73 unidades produtoras de amido, com capacidade instalada de processar 3,82 milhões de toneladas por ano, embora em 2012 a inatividade/ociosidade de 46% ditou o processamento de 2,04 milhões de toneladas. Conjuntamente com a Associação Brasileira dos Produtores de Amido (ABAM), o Cepea realizou o levantamento de dados nas unidades industriais e aponta uma produção total em 2012 de 519,7 mil toneladas de amido, praticamente igual ao ano transacto (Figura XXVIII).

Figura XXVIII- Evolução da produção brasileira de fécula de mandioca entre 1990 e 2012 (ABAM, 1990 a 2003; Cepea – ESALQ/USP, de 2004 a 2012). (Cepea, 2013)



Essa produção está concentrada no Estado do Paraná, com 72% do total nacional, ou 374,3 mil toneladas. Com 17% da produção brasileira, o Mato Grosso do Sul é o segundo do *ranking*, com 88,2 mil toneladas. O Estado de São Paulo totalizou 48 mil toneladas, representando 9,2% do total. Estes três Estados contabilizam juntos 98,2% da produção nacional.

Tabela XIV- Produção total e participação dos estados na produção nacional de fécula entre 2010 e 2012 (Cepea, 2013)

Estados	2010		2011		2012	
	Produção (t)	% do total	Produção (t)	% do total	Produção (t)	% do total
PR	404.248,50	74,6%	365.989,25	70,5%	374.336,09	72,0%
MS	80.802,81	14,9%	88.536,25	17,1%	88.246,82	17,0%
SP	50.728,33	9,4%	55.383,17	10,7%	48.027,86	9,2%
SC	5.860,75	1,1%	6.797,50	1,3%	4.760,00	0,9%
PA	-	-	1.650,00	0,3%	3.000,00	0,6%
BA	-	-	800,00	0,2%	1.300,00	0,3%
GO	560,00	0,1%	-	-	-	-
Total	542.200,39	100,0%	519.156,17	100,0%	519.670,77	100,0%

Por regiões, no Estado do Paraná, o noroeste, com 42,2% do total, produziu 219,4 mil toneladas; o extremo-oeste representou 18,3% da produção nacional, com 96 mil toneladas; e o centro-oeste com 60 mil toneladas produzidas, perfaz 11,5% do total. No Estado de São Paulo, a região de Assis foi responsável pela produção de 9,2% do amido de mandioca nacional, 48 mil toneladas. No Mato Grosso do Sul, a região de Ivinhema, teve uma prestação idêntica, produzindo 8,9% do total (Cepea, 2013).

No ano de 2012, o valor nominal do amido de mandioca foi de R\$ 1.344,98 por tonelada, que multiplicado pela quantidade produzida indica o Valor Bruto de Produção, ou facturação, no valor de R\$ 698,94 milhões.

14.6- Segmento de distribuição

Para a distribuição dos produtos até aos consumidores ou intermediários, a cadeia da mandioca dispõe dos seguintes agentes, conforme Barros *et al.* (2004): processadores-distribuidores, intermediários, empacotadores, atacadistas, retalhistas/varejistas, supermercados e centrais de abastecimento. Na Figura XXIV, é possível inferir sobre o segmento de distribuição da subcadeia da indústria da mandioca.

Na indústria de amidos a forma de distribuição mais utilizada é através do processador-distribuidor, preferencialmente para mercados institucionais, mas também para atacadistas, retalhistas/varejistas e supermercados. Há também a presença de vendedores, contratados ou não pela indústria, e corretores, que traçam um elo entre processamento e distribuição, não assumindo a posse do produto. Agentes intermediários que adquirem o produto entre o processamento e a sua distribuição são raros nesta subcadeia. Outro agente existente no mercado de amidos, excepto o mercado de amido modificado, é o empacotador-distribuidor que adquire, acondiciona e empacota, com marca própria o produto da indústria, para posterior distribuição (Barros *et al.*, 2004).

14.7- Segmento de consumo

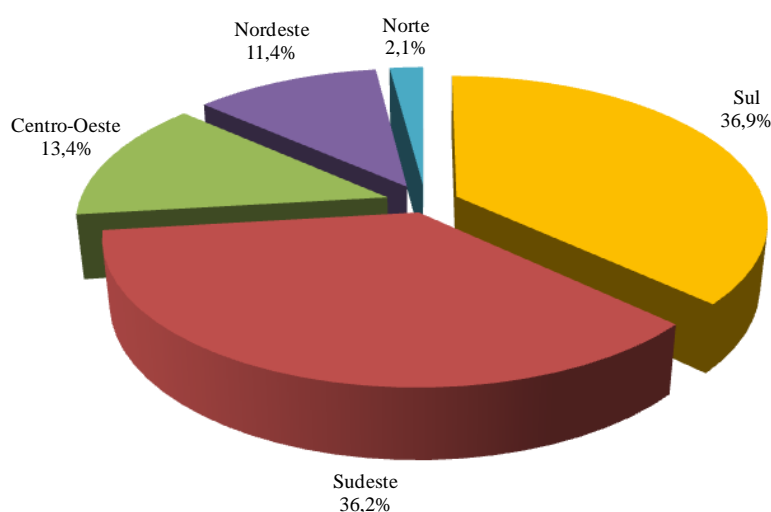
Como o objecto de estudo é somente a indústria de amido, neste ponto deve realçar-se quais os sectores que procuram o amido de mandioca como factor de produção, e em que regiões este produto é mais necessitado.

Os principais sectores que requisitaram amido de mandioca foram: Atacadista (25%); Panificação e pastelaria (18,6%); Papel e papelão (15,8%), frigoríficos (13,2%), retalhistas/varejistas (7,6%), gerais (5,6%), outras fecularias (5,2%), indústria química (4,7%), setor têxtil (3,7%) e exportação (0,6%). Recorde-se que, o amido de mandioca na panificação está já legislado segundo o Projecto de Lei 5332/2009 aprovado pelo Senado, obrigando a que se adicione 10% deste produto à

farinha, nacional ou importada, de trigo, com o objectivo de diminuir a dependência exterior deste cereal (Cepea, 2013).

As vendas de amido de mandioca deram-se, grande parte, nas regiões do Sudeste (36,2%) e Sul (36,9%), que somadas são 73,1% do total do consumo. Este dado explica-se pelo maior poder aquisitivo da população regional, ou seja, existe mercado para a procura de produtos mais evoluídos onde o amido de mandioca é aplicado. Por Estados, Paraná (24,3%), São Paulo (22%) e Minas Gerais (13,1%) foram os principais consumidores (Cepea, 2013).

Figura XXIX- Participação das regiões brasileiras no consumo de fécula de mandioca em 2012 (Cepea, 2013)



14.8- Ambiente Institucional

Para o desenvolvimento de mercados e sistemas agro-industriais, é necessária a existência de um conjunto de regras, formais e informais, que condicionem os comportamentos dos indivíduos e organizações, influenciando as estratégias e objectivos. A este conjunto de regras estabelecidas, que influenciam um determinado “espaço”, neste caso o sector industrial mandioqueiro, designa-se de ambiente institucional (Goebel, 2005). Para actuar sobre o ambiente institucional, formam-se organizações, colectivas de produtores e entidades nacionais.

Entre as organizações formadas, as Câmaras Sectoriais no Brasil são de especial relevo. Estas surgiram como uma proposta de instrumento organizacional para realizar funções antes exclusivas do Estado, influenciando a política pública, objectivando mudanças favoráveis no ambiente institucional, produzindo melhorias nas cadeias produtivas. Por outras palavras, as Câmaras Sectoriais procuram convergir e unificar dois interesses: o público, tornando as políticas legítimas; e o privado, que deseja um ambiente institucional favorável às suas actividades. (Staduto, 2007)

Durante no século XX, na década de 80 formou-se a primeira Câmara, para o sector automobilístico e na década de 90, esta visão foi abrangida para a agropecuária. Apenas em 2004, pela baixa importância na economia do Brasil, criou-se uma Câmara Sectorial destinada à Mandioca e aos seus derivados (Staduto, 2007).

Analisando as entidades nacionais existentes nos três principais Estados da cadeia de amido de mandioca: no Estado de São Paulo, a Câmara Sectorial da cultura da mandioca é de extrema importância, no Estado do Paraná existe o Programa Paraná Agroindustrial, e no Estado do Mato Grosso do Sul, existe um conjunto de instituições entre elas o Instituto de Desenvolvimento Agrário do Estado do Mato Grosso do Sul (IDATERRA), Embrapa Agropecuária Oeste e Secretaria de Produção (SEPROD) (Cardoso, 2004). Nos três Estados, a partir de 2003, existe a acção do Sistema SEBRAE, que visa actuar nos Arranjos Produtivos Locais (APL), orientando a cadeia tendo em foco o território em causa (Castioni *et al.*, s.d.).

De acordo com um levantamento feito, junto de empresas do sector, por Goebel (2005), as regras formais (ou instituições) que mais interferem no desenvolvimento e desempenho da indústria de amido são as legislações, trabalhista e tributária, e as políticas macroeconómicas. Informalmente, o costume, tradição do produtor de mandioca, juntamente à sua inerente falta de informação e desconfiança, cria dificuldades na estabilização do sector.

O Governo brasileiro na sua política de apoio a essa mesma estabilização contribui com incentivos fiscais (especialmente no Mato Grosso do Sul) e a adopção do Programa de Aquisição do Governo Federal (AGF). Cardoso (2004) define esse programa como bem estruturada, mas sem apresentar resultados práticos. Para o ano de 2005, o CEPEA indica que o Governo disponibilizou R\$ 6,6 milhões para a compra de amido de mandioca por esse mesmo programa (Felipe *et al.*, 2005). Além destas medidas, surgiu a garantia de preço mínimo que em nada tem estimulado o sector (Goebel, 2005). Nos dias de hoje, o AGF para o amido de mandioca foi desencorajado.

15- Perspectivas para 2013

Como perspectivas para o sector mandioqueiro para 2013, segundo o IBGE haverá uma redução na área colhida de 3,6% embora a produção mantenha-se estável nas 23,4 milhões de toneladas. Noutra estimativa, estudos do Cepea apontam para uma estabilização na área colhida, motivada por preços encorajadores ao produtor, mas haverá uma redução em 1,8% da produção total de amido de mandioca. Projecta-se ainda preços mais altos para a raiz e amido, influenciando negativamente a competitividade com o amido do milho (Cepea, 2013).

A competitividade de outras culturas sobre a mandioca no Brasil é um assunto estudado no trabalho de Vilpoux (2008) e de grande relevância. Por área, a soja e o milho não competem com a mandioca, mas a cultura da cana-de-açúcar, com o preço atractivo e a respectiva indústria evoluída, tem vindo a alterar a paisagem em regiões onde outrora se dava produção de amido de mandioca. O autor indica que o milho compete sim como fonte de amido, estando em vantagem pela melhor condução cultural, maior rendimento no processo industrial, com uma cadeia produtiva estruturada, estável e em contínuo crescimento. Neste momento, a cultura da mandioca está a perder mercado para o milho. A única forma de reverter esta situação será a busca por: (1) maiores produtividades da cultura; (2) relações produtor/processador estáveis e confiáveis; (3) incrementos no rendimento industrial da mandioca; e (4) aumentar o valor acrescentado dos produtos e subprodutos da indústria.

16- Oportunidades e limitações

Depois de feita uma análise sucinta à cadeia produtiva de amido de mandioca no Brasil, é possível indicar as oportunidades e limitações para este sector.

Como oportunidades indica-se:

1. A procura crescente de amido no mercado mundial, com destaque nos países em desenvolvimento;
2. A matéria-prima (mandioca) deste amido não possui modificações genéticas, nem notícias de esforços para introduzir essas alterações, permitindo a sua utilização em mercados específicos, exigentes em qualidade e muito valorizados;
3. A descoberta de uma variedade *Manihot esculenta*, designada de *waxy*, com diversas características benéficas para a produção de amido, do ponto de vista físico-químico (Zao *et al.*, 2011);
4. A mandiocultura é de baixo risco, pela elevada resiliência que apresenta. Caso ocorram condições ambientais e fitossanitárias adversas, a planta têm capacidade de adaptação a esse tipo de *stress*;
5. A cultura da mandioca é uma alternativa possível, em regiões de solos menos férteis;
6. A maior mecanização da cultura, nomeadamente nas tarefas de plantação e colheita, também adaptada a sistemas menos agressivos ao solo. Entre as vantagens, assinala-se a redução do risco de erosão, infestação de plantas adversas e a diminuição dos custos.

As limitações para o sector de amido de mandioca neste país prendem-se com:

1. A baixa produtividade actual da mandiocultura;
2. A tradição da cultura de mandioca, habitualmente instalada em áreas de carácter marginal, com recursos limitados;
3. A instabilidade presente ao longo da cadeia; resultado da variação na oferta, na qualidade do produto e no preço de venda, mas também pela inexistência quase completa de uma relação formal e confiável entre produtor/processador;
4. Os subprodutos desta indústria são de menor qualidade e valor que de outras matérias-primas para produção de amido, como trigo e milho (Barros *et al.*, 2004).
5. No processo industrial despende-se muita água e energia, resultando num maior impacto ambiental. Este processo necessita aumentos de eficiência e aproveitamento dos subprodutos (Barros *et al.*, 2004);
6. A fragilidade de preços: a solução seria que houvesse uma sistemática de pagamento igual à utilizada para a cana-de-açúcar, moldada pelo Consecana. Possibilitaria uma partilha de benefícios mais equitativa entre produtor e processador;
7. A falta de mecanização, traduz-se numa grande necessidade de mão-de-obra, elevando custos culturais.

Conclusões Principais

Na sequência da revisão bibliográfica, da leitura de elementos publicados recentemente e da análise de dados primários e secundários, foi possível fazer o trabalho de investigação que possibilitou responder a um conjunto de questões relativas aos sistemas agrícolas e cadeia produtiva da mandioca. Parte da investigação que se seguiu baseou-se na subsequente confrontação dos factos ou resultados com especialistas da área técnica e económica, que permitiu o questionamento e a validação de um conjunto de *findings*, e derivar respostas e conclusões para o melhor entendimento do sector.

Tabela XV- Quadro lógico de análise do sistema produtivo da mandioca (do autor, 2013)

Factos	Findings	Conclusões e recomendações
A preparação convencional de solo traz riscos de erosão; estudam-se hoje outras formas como o cultivo mínimo e a sementeira directa	Ainda não é possível indicar com clarividência qual o mais benéfico	Sugere-se um estudo mais aprofundado, conduzido em condições homogéneas
É conhecida a tecnologia para a produção de bioplásticos provenientes da mandioca	Esta fonte de material plástico não consegue competir com outras matérias-primas mais baratas, como produtos petrolíferos	Os bioplásticos de mandioca são, nas condições actuais, pouco interessantes

Tabela XVI- Quadro lógico de análise do sistema produtivo na mandioca a nível mundial (do autor, 2013)

Factos	Findings	Conclusões e recomendações
A mandioca atingiu no ano de 2012 a maior produção mundial já alcançada	Foi impulsionada interesse alimentar no continente africano e interesse para a indústria de amido e etanol no Sul e Sudeste asiático	Prova-se aqui o carácter polivalente da cultura,
A Nigéria teve uma evolução positiva, ao contrário do Brasil	Neste país africano, no intervalo de tempo em estudo, ocorreu um preço superior e mais estável da raiz do que no país sul-americano	Este <i>finding</i> explica, em parte, o maior crescimento do sector mandioqueiro na Nigéria
O mercado de derivados, como o amido e <i>chips</i> , é dominado na importação pela China, que procura satisfazer as suas necessidades de amido para a produção de biocombustíveis.	O amido de mandioca neste país é a segunda escolha, pois o programa de etanol baseia-se no milho.	Caso haja escassez deste cereal, recorre-se então ao mercado de mandioca, provocando grande instabilidade neste mercado

Tabela XVII- Quadro lógico de análise do sistema produtivo na mandioca no Brasil (do autor, 2013)

Factos	Findings	Conclusões e recomendações
No Brasil a cultura está estagnada	Diversos factores: cultura tida como “pouco nobre”; alteração nos hábitos de consumo, com melhoria do rendimento e migração urbana; pequena escala na produção; ambiente institucional pouco atractivo; concorrência com outras culturas que geram maior benefício à Economia; pouco incentivo à melhoria do cultivo e indústria desta cultura; mudança tecnológica dependente das condições de procura, além das de cultivo (ver discussão Carvalho <i>et al.</i> , 2011)	Não se prevê uma mudança no quadro da cultura para os próximos anos; pois o amido de mandioca, principal veículo para a modernização do sector, perde competitividade ao longo do tempo para o amido de milho
O retorno ao produtor de mandioca é baixo	Aumentos na produtividade, crescimento da escala de produção e maior mecanização da cultura possibilitam um retorno superior	Deve haver uma busca por condições de cultivo mais eficientes
O rendimento do produtor de mandioca é instável	Há grande instabilidade no preço, pela presença de agricultores que entram na produção por um preço da raiz aliciante no momento, e saem quando o preço é pouco atraente	O aparecimento de agricultores especializados nesta cultura, com mais tecnologia aplicada e mecanização exclusiva, irá reduzir esta inconstância
Carácter variável da cultura	Relações estabelecidas entre produtor/processador são de baixa confiança e compromisso	Custos de transacção mais elevados; maior risco e incerteza na actividade industrial
Um produto de grande interesse é a produção de etanol a partir de mandioca	O álcool de mandioca surge como uma alternativa ao álcool proveniente da cana-de-açúcar no Brasil, e não como concorrente	Isto porque o sector canavieiro está optimizado e consolidado, longe do cenário existente na mandiocultura
Existe uma dualidade Norte-Sul na cultura da mandioca	A produção de amido necessita de qualidade e quantidade adequadas para ser rentável	Esses requisitos são preenchidos apenas no Centro-Sul brasileiro, em especial, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul

Para terminar, este trabalho abre novas oportunidades de estudo, tais como:

1. Avaliar o impacto na cadeia produtiva, das características do sistema produtivo, largamente dependente da agricultura familiar e de pequena dimensão, aspectos relativos ao *dumping social*, conforme discutido nas aulas de Produção Agrícola Tropical (Carvalho *et al.*, 2011);
2. Estudar a variabilidade de preços, a inconstância destes, e procurar modelar/racionalizar o funcionamento dos mercados;
3. Investigar mais aprofundadamente as possibilidades desta cultura como alternativa nos sistemas de Bioenergia, a outras já existentes;
4. Aprofundar o estudo relativo à cadeia de valor da mandioca nas suas várias alternativas;
5. Melhor conhecer e racionalizar os processos determinantes da mudança tecnológica.

Referências bibliográficas

AGUIAR, E.B.; BICUDO, S.J.; CRUZ, S.J.S.; FIGUEIREDO, P.G.; ABREU, M.L. de; BRACHTVOGEL, E.L. Número médio de raízes por planta em diferentes épocas de poda da mandioca. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011a

AGUIAR, E.B.; BICUDO, S.J.; CURCELLI, F.; CRUZ, S.J.S.; CRUZ, S.C.S.; BRACHTVOGEL, E.L. Teor de matéria seca de raízes em diferentes épocas de poda da mandioca. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011b

AGUIAR, E.B.; BICUDO, S.J.; CURCELLI, F.; FIGUEIREDO, P.G. ABREU, M.L. de.; CRUZ, S.C.S. Massa média de raízes em diferentes épocas de poda da mandioca. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011c

ALVES, A.B.; ALVES, R.N.B.; MODESTO JÚNIOR, M.S. Análise da cadeia de valor no sistema agro-industrial da mandioca: estudo de casos no Nordeste do Pará. Embrapa Amazônia Oriental. 2011

ANDRADE, A.C.B.; CARDOSO, A.D.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO JR; N.S; FOGAÇA, J.J.N.L.; TEIXEIRA, P.R.G. Produtividade de raízes de mandioca em função de doses de potássio. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105-121. 2009.

AVÉROUS, L. Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: A review. *Journal of Macromolecular Science*. C.244, p.231-274. 2004

BARBOSA, R.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO, A.D.; CARVALHO, K.; TEIXEIRA, P.R.G.; FOGAÇA, J.J.N.L. Actividade fotossintética e crescimento de plantas de mandioca submetidas à competição com plantas daninhas. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

BARROS, G.S.A.C.; CARDOSO, C.E.L.; GAMEIRO, A.H.; GUIMARÃES, V.D.A.; OLIVEIRA, P.A.; BERBARI, S.A.G. Melhoria na competitividade da cadeia agro-industrial de mandioca no Estado de São Paulo: SEBRAE. Piracicaba, SP. ESALQ. CEPEA, 2004

BAZZO, R. IAC colhe bons resultados no melhoramento de mandioca. 2007

BERNARDES, M.; PEIXOTO, C.V.; CÂMARA, G.M.S. Mandioca. Departamento de Produção Vegetal. ESALQ. Piracicaba. 2009

BOAVENTURA, V.; SANTOS, A.S.; RINGENBERG, R.; LEDO, C.A.S. Efeito do óleo de nim sobre adultos do ácaro verde da mandioca (*Mononychellus tanajoa*). XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

BORÉM, A. Melhoramento de Plantas. Editora UFV. Viçosa. 525p. 2005

BRADBURY, J., Simple wetting method to reduce cyanogen content of cassava flour. School of Botany and Zoology, Australian National University. Canberra. Australia, 2005

BRAGA, R.R.; PEREIRA, G.A.M.; SILVEIRA, H.M.; SILVA, D.V.; FERREIRA, E.A.; OLIVEIRA, C.H.; SANTOS, J.B. Desenvolvimento de mandioca em consórcio com culturas anuais no alto Jequitinhonha – MG. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

CABELO, C. Produção de álcool de mandioca. Cerat/UNESP. Disponível em <http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=4>. Maio, 2005

CABRAL, C.; COSTA, S.S.D.; SILVA, D.V. Efeitos de herbicidas aplicados em pós-emergência na anatomia foliar de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011a

CABRAL, C.M.; FERREIRA, E.A.; REIS, L.; COSTA, S.S.D.; VALADÃO, D.; SANTOS, J.B. Efeitos dos herbicidas metribuzim, robust e oxyfluorfen aplicados em pós-emergência na anatomia foliar de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011b

CADAVID L.,L.F. Conservación del suelo dedicado a la Yuca. La Yuca en Tercer Milenio. Cap. 6. Publicación CIAT nº327, Colômbia. 2002

CALLE, F. Control de malezas en el cultivo de Yuca. La Yuca en Tercer Milenio. Cap. 7. Publicación CIAT nº327, Colômbia. 2002

CAMÂRA, G. Mandioca – Produção, Pré-processamento e Transformação Agroindustrial, Série Extensão Agroindustrial nº4, ESALQ, 1983

CAMARGO, C.E. Mandioca. O “pão caboclo”: de alimento a combustível. Coleção Brasil Agrícola. 1985

CARDOSO JÚNIOR, N.S.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, F.M. Efeito do nitrogênio em características agrônômicas da mandioca. *Bragantia* vol.64 no.4 Campinas. 2005

CARDOSO, A.P.; MIRION E.B., E.; ERNESTO, B. M.; MASSAZAB, F.; CLIFF, J.; HAQUE, M.R.; BRADBURY, J.H. Processing of cassava roots to remove cyanogens. School of Botany and Zoology, Australian National University. Canberra. Australia, 2004

CARDOSO, C.E.L. Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agro-industrial de fécula de mandioca no Brasil. Tese de doutorado. ESALQ. Piracicaba. 2003

CARDOSO, C.E.L. Restrições à Melhoria da Competitividade da Cadeia Agroindustrial de Fécula de Mandioca. Embrapa. Cruz das Almas, Bahia. 2004

CARVALHO, B.P.; MONTEIRO, D.; LEITE, I. Global Food Outlook: Global Challenges and Local Solutions. SEDGES 17.1. CIAT-CD/REDISA- Centro de Investigação de Agronomia Tropical, Cooperação e Desenvolvimento- Rede de Educação, Informação e Cidadania para a Segurança Alimentar e Desenvolvimento Sustentável. Instituto Superior de Agronomia/UTL. Lisboa. 2011

CARVALHO, F.M.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; REBOUÇAS, T.N.H.; CARDOSO, C.E.L.; GOMES, I.R. Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. *Ciência Agrotecnica.*, Lavras, v.31, n. 2, p. 378-384, mar/abr, 2007

CARVALHO, L.J.C.B. Biodiversidade e Biotecnologia em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. XI Congresso Brasileiro de Mandioca. 2005

CASTIONI, R.; SAITO, É.; VALLE, C.A.S. O arranjo produtivo nacional de mandioca: desafios e propostas de intervenção. SEBRAE. Sem data.

CASTRO, P.; KLUNGE, R. Ecofisiologia de cultivos anuais. Livraria Nobel. São Paulo. 1999

CEPEA. Produção de fécula fica estagnada e margem diminui em 2012. Departamento de Economia, Administração e Sociologia. ESALQ/USP. Piracicaba. 25.04.2013

CEREDA, M.P. Bioplásticos de amido: um mercado de futuro. Revista ABAM, Paranavaí, v. 4, p. 10. Disponível em <http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=4>. 2006

CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M.P. *et al.* Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.

Série culturas de tuberosas amiláceas Latino-Americanas, v.4. Campinas: Fundação Cargill, 320 p. CERAT. 2001

CEREDA, M.P. Fécula de mandioca como ingrediente para alimentos: novos processos de modificação. Centro de Tecnologias para o Agronegócio. UCDB – disponível em <http://www.abam.com.br/revista/revista11/ceteagro.php>, acessado no dia 15.04.2013. 2005

CHAN, S.K. Notes on the growing of cassava at Serdang. Crop diversification in Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, Incorporated Society of Planters. P.139-148. 1970

CHE, L.M.; LI, D.; WANG, L.J.; CHEN, X.D.; MAO, Z.H. Micronization and hydrophobic modification of cassava starch. International Journal of Food Properties, v. 10, p. 527-536, 2007

CHEING, B. N. Evaluation of harvesting systems of tapioca for leaf forage production. Bachelor of Agricultural Science, Kuala, n. 88, p. 48-56, 1983

CLARKSON, D.T.; HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v. 31, p. 239-298, 1980

COCK, J.H. Agronomic potencial for cassava production. Cassava processing and storage; proceedings of an interdisciplinary workshop. Thailand, 1974

COCK, J.H. Aspectos fisiologicos del crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. CIAT. Yuca: investigacion, producion y utilizacion. Cali, P. 51-73. 1982

CONCEIÇÃO, A.J. A Mandioca. 3ª edição, NOBEL, 1987

CONCEIÇÃO, A.J.; SAMPAIO, C.V. Competição de tamanhos de maniva de mandioca. Projecto mandioca. Escola de Agronomia da Universidade Federal. Bahia. 1973

CORREA, H. Cultura da mandioca; curso intensivo. Minas Gerais, Brasil. Ministério da Educação e Cultura. E.S.A de Lavras. Convênio INCRA/FAEPE. 86 p. 1977

COSTA, S. Crescimento de cultivares da mandioca (*Manihot esculenta*) submetida a diferentes herbicidas. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

CURVELO-SANTANA, J.; EHRHARDT, D.D.; TAMBOUGI, E.B. Otimização da produção de álcool de mandioca. Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Campinas, 30(3): 613-617, jul.-set. 2010

DEMIATE, I.M.; KOTOVICZ, V. Cassava Starch in the Brazilian food industry. Ciência e Tecnologia dos Alimentos, 21 (2): 388.-397, Campinas. 2011

DOMINGUES, A.R.G. Avaliação de implementação de Biorefinarias Rurais e Sociais na Colômbia. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia/UTL. 2010

DOMINGUEZ, C.E. Yuca: investigación, producción y utilización. Programa de Yuca. Documento de trabajo no. 50. CIAT. 1990

DOURADO, W.D.S. Melhoramento genético na cultura da mandioca. Disponível em <http://www.webartigos.com/artigos/melhoramento-genetico-na-cultura-da-mandioca/84922/>. 09/04/2013. Sem data

EDWARDS, D.G.; ASHER, C.J.; WILSON, G.L. Mineral nutrition of cassava and adaptation to low fertility conditions, Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Cali, Colômbia. 1977

EMBRAPA RONDÂNIA. A Cadeia Agroindustrial da Mandioca em Rondônia: Situação Atual, Desafios e Perspectivas. Embrapa Rondônia, SEBRAE/RO, EMATER/RO. Porto Velho, RO 2009

EMBRAPA, Mandioca. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Brasília, 2006

EMBRATER. Manual Técnico: Cultura da Mandioca. Brasília. 1979

FANCELLI, A.L. Cálculos calagem e adubação. Material didático de Aula, ESALQ. 2012

FAO, Food Outlook: Global Market Analysis, 2008

FAO, website Cassava, disponível em http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/index_en.html, 2013

FAO. Cassava. Food Outlook. pp. 34-39. November 2012

FAO. FAO STATISTICS (FAOSTAT) disponível em <http://faostat.fao.org/> > acessado em 10.03.2013

FARALDO, M.I.F.; SILVA, R.M.; ANDO, A.; MARTINS, P.S. Variabilidade Genética de etnovarietades de mandioca em regiões geográficas do Brasil. Scientia Agrícola, v.57, nº3, p.499-505, 2000

FARIAS, A.R.N. Principais pragas e o seu controle. Instruções práticas para o cultivo da mandioca. Cruz das Almas, Bahia. 79 p. Embrapa-CNPMP, Circular técnica 19. 1993

FARIAS, A.R.N.; SOUZA, L.S.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006

FELIPE, F.I.; ALVES, L.R.A. Diferenciais de competitividade do cultivo de mandioca no Brasil, na Tailândia e na China. CEPEA. ESALQ/USP. São Paulo, Brasil. 2011

FELIPE, F.I.; ALVES, L.R.A.; CARDOSO, C.E.L. Análise Mensal dos Mercados de Raiz, Fécula, Farinha de Mandioca e Acompanhamento do Mercado Externo – novembro/2005. Cepea-ESALQ/USP. Piracicaba. 2005

FERREIRA, W.A.; BOTELHO, S.M.; CARDOSO, E.M.R. Uso da manipueira (tucupi) como fonte de nutrientes para o cultivo da mandioca. Embrapa. Comunicado técnico. N.Q 59, p.1-4, Junho 2001

FIDALSKI, J. Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região Noroeste do Paraná. Revista Unimar, Maringá, v.19, p.845 – 851, 1997

FOGAÇA, J.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO, A.D.; MANHÃES, J.H.C.; ANDRADE, A.C.B.; BARBOSA, R.P. Características agronômicas de duas variedades de mandioca em função da adubação e do tratamento de manivas. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

FUKUDA, W.M.G. Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca, Embrapa Mandioca e fruticultura Tropical; Wânia Maria Gonçalves Fukuda, Cruz das Almas BA 157-162. 2006

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A.C.S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J.J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura da mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia. Ciencia Rural, Santa Maria, v.30, nº6, p.953-957, 2000

GALAN, V. Mandioca: visão industrial da cadeia de valor. Apresentação na Disciplina de Cana, Mandioca e Soja. ESALQ/USP. Piracicaba. 2012

GALANG, F.G. Experiments on cassava at the Lamac Experiment Station, Bataan. Philippine Journal of Agriculture 2 (2): 179-188. 1931

GAZOLA, D.; PIETROWSKI, V.; RHEINHEIMER, A.R.; MIRANDA, A.M.; RINGENBERG, R.; ZUCARELI, C. Incidência da cochonilha *Phenacoccus Manihoti* (hemiptera *pseudococcidae*) em diferentes manejos de poda na cultura da mandioca. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

GIANNINI, R.A. Breve panorama do mercado de amidos. GT participações LTDA. 2011

GOEBEL, M.A. Organização e coordenação do sistema agroindustrial da mandioca na microregião Oeste do Paraná. 2005. 148 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio), Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Toledo, 2005

GOEDERT, W.J. Pesquisa em fertilizantes do solo. I Curso Intensivo Nacional de Mandioca, p. 218-222. Embrapa. 1976

GOMES, J.C. Considerações sobre adubação e calagem para a cultivar da mandioca. Revista Brasileira da mandioca. Cruz das Almas, Bahia, v. 6, nº2, p.113-114, 1987

GOMES, J.C.; CARVALHO, P.C.L. Adubação com macro e micronutrientes na cultura de Mandioca em Inhambupe, Bahia, Revista Brasileira da Mandioca; Cruz das Almas, Bahia, v.5, nº1, p.7-21, 1986

GUINESI, L.S.; RÓZ, A.L.; CORRADINI, E.; MATTOSO, L.H.C.; TEIXEIRA, E.M.; CURVELO, A.A.S. Kinetics of thermal degradation applied to starches from different botanical origins by non-isothermal procedures. *Thermochimica Acta*. Volume 447, Issue 2, Pages 190-196, 15 August 2006

GUTHRIE, J. Controlling African Cassava Mosaic Disease. Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation. United Kingdom. Sem data

HAHN, S.K.; BAI, V.; ASIEDU, A. Tetraploids, triploids, and 2n pollen from diploid interespecific crosses with cassava. *Theoretical and Applied Sciences*. 79: 443-439. 1990

HÁK, R.; NÁTR, L. Effect of nitrogen starvation and recovery on gas exchange characteristics of young leaves. *Photosynthetica*, Praha, C. 21, n. 1, pp. 9-14, 1987

HOWELER, R.H. Distúrbios nutricionais da planta da mandioca. Trad. Jairo Ribeiro da Silva, Cali, CIAT; Brasília, EMBRATER. 1985

HOWELER, R.H. Nutricion mineral e fertilizacion de la yuca. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Yuca: investigacion, produccion y utilizacion. Cali, 317-357. 1982

IBGE, Base de dados agregados. Disponível em <http://sidra.ibge.gov.br/> - acesso dia 15.04.2013

INTERLICHE, P.H. Mandioca: a raiz do sucesso. CATI, São Paulo, Brasil. Sem data

KAWANO, K. Thirty years of cassava breeding for productivity- Biological and Social Factors for sucess. Kobe Univ. Farm. Uzurano. Kasai. Japan. 2003

LONZANO, J.C.; COCK, J.H.; CASTANO, J. New developments in cassava storage. Cassava Protection Workshop, Cali, Colombia, Proceedings, Centro Internacional de Agronomia Tropical, Series CE-14, pp.135-142. 1977

LORENZI, J. Mandioca. Boletim técnico CATI. nº245, Campinas, Maio 2012

LORENZI, J.; DIAS, C.A.C. Cultura da mandioca. Campinas, Boletim Técnico, 211, CATI, 1993

LOZANO, J.C.; BELLOTTI, A.; SCHOONHOVEN, A. van; HOWELER, R.; DOLL, J.; HOWELL, D.; BATES, T. Problemas no cultivo da mandioca. Brasília, EMBRATER, 1983

MATTOS, P.L.P. Plantio de Mandioca. Mandioca em foco, nº99, Embrapa, Cruz das Almas, 1993

MAZZUCO, H.; BERTOL, T.M. Embrapa Suínos e Aves: Circular técnica 25. 37p. Embrapa, 2000

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. Maringá, v.34, nº4, p.479-486, 2008

MEZETTE, T.F. Seleção de variedades de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) com altos teores de carotenóides e vitamina A. Curso de pós-graduação em agricultura tropical e subtropical. Instituto Agrônomo de Campinas. Abril, 2007

MONTEIRO, D.A.; KANTHACK, R.A.D; PERESSIN, V.A.; LORENZI, J.O.; PERECIN, D. Influência do armazenamento de ramas para plantio em algumas características agronômicas da mandioca. Bragantia, IAC, Campinas, 54 (1): 143 – 150, 1995

NASCIMENTO, H.T.S.; NASCIMENTO, M.S.C.B; RIBEIRO, V.Q.; NETO, R.B.A. Circular técnica 35. Embrapa. Teresina, PI. 2002

NASSAR, N.; ORTIZ, R. Breeding cassava to feed the poor. Scientific American. pp.78-84. May, 2010

NASSAR, N.M.A.; DOREA, J.G. Protein Content of Cassava Cultivars and its Hybrid with Wild *Manihot*. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. Turrialba v.32:429-432. 1982

NORMANHA, E.S. A mandioca no Brasil e no Mundo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. I Curso intensivo nacional de mandioca. Cruz das Almas, p.09-21. 1976

NORMANHA, E.S.; PEREIRA, A.S. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca. Bragantia, Campinas, 10 (7): 179 – 202, 1950

NWEKE, F. Controlling Cassava Mosaic Virus and Cassava Mealybug in Sub-Saharan Africa. IFPRI Discussion Paper 00912. 2020 Vision Initiative. November 2009

OBIGBESAN, G.O.; FAYEMI, A.A.A. Investigations on nigerian root and tuber crops. Influence of nitrogen fertilization in the yield and chemical composition of two cassava cultivars (*Manihot esculenta*). Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 86, n. 2, p. 401-406, 1976

OLIVEIRA, G.A.F.; OLIVEIRA; E.J.; SANTOS, V.S.S. Desenvolvimento da técnica de TRAP (Target Region Amplification Polymorphism) para análises genéticas em mandioca. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011a

OLIVEIRA, J.O.A.P.; VIDIGAL FILHO, P.S.; TORMENA, C.A.; PEQUENO, M.G. SCAPIM, C.A.; MUNIZ, A.S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Revista brasileira de Ciência do Solo, 25: 443-450, 2001

OLIVEIRA, M. Tolerância de cultivares de mandioca aos herbicidas Fomesafen e Fluazifop-p-butil. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

OLIVEIRA, N.T.; MELVILLE, C.C.; RODRIGUES, G.S.; UCHÔA; S.C.P.; ALVES, J.M.A; ESSUCY, D.M.M. Ácido cianídrico na parte aérea e raíz tuberosa de mandioca em função de doses de nitrogénio. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011b

OSPINA, B.P.; GARCIA, M.L.G.; ALCALDE, C.A.T. Sistemas mecanizados para siembra y cosecha para el cultivo de Yuca. La Yuca en Tercer Milenio. Cap. 19. Publicación CIAT nº 327, Colômbia. 2002

OTSUBO, A.A.; BRITO, O.R.; PASSOS, D.P.; ARAUJO, H.S.; MERCANTE, F.B.; OTSUBO, V.H.N. Formas de preparo do solo e controle de plantas daninhas nos factores agronômicos e de produção de mandioca. Ciências agrárias, Londrina, v.33, nº6, p.2241 – 2246, Nov. 2012

OTSUBO, A.A.; MERCANTE, F.B.; SILVA, R.F.; BORGES, C.D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. Pesquisa agro-pecuária brasileira, Brasília, v.43, n.3, p.327-332, mar. 2008

PAIÃO, G.D. Relatório de Estágio Profissionalizante- Tereos Syral. Departamento de Economia, Administração e Sociologia. ESALQ/USP. Piracicaba. Dezembro de 2012

PAPL. Mandioca Agreste: programa de mobilização para o desenvolvimento dos arranjos e territórios produtivos locais do Estado de Alagoas. Alagoas. Brasil. Sem data

PARENTE, V.M.; OLIVEIRA JR.; A.R.; COSTA, A.M. Potencialidades regionais; estudo da viabilidade económica de amido de mandioca. Suframa. Manaus, Amazonas. 2003

PEDUZZI, P. “Produção da mandioca gera 10 milhões de empregos directos e indirectos”. 2009. Disponível em < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2009-03-01/producao-da-mandioca-gera-10-milhoes-de-empregos-diretos-e-indiretos>> Acessado no dia 20.05.2013.

PEQUENO, M.G.; VIDIGAL FILHO, P.S.; NETO, R.M; KVITSCHAL, M.V. Efeito de três sistemas de preparo do solo sobre a rentabilidade económica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Maringá, v.29, nº3, p.379-386, 2007b

PEQUENO, M.G.; VIDIGAL FILHO, P.S.; TORMENA, C.A.; KVITSCHAL, M.V.; MANZOTTI, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agronômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, nº5, p. 476 – 481, 2007a

PERESSIN, V.A. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca. Instituto Agronômico de Campinas. São Paulo, Brasil. 2011

PETERSON, H.C.; WYSOCKI, A.; HARSH, S.B. Strategic choice along the vertical coordination continuum. International Food and Agribusiness Management Review, Elsevier, 4, p. 149-166, 2001

RIAV, A. Álcool de Mandioca. Disponível em <http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=4>. Sem data

RIVAS, J.; VELASQUÉZ, E.; TÉNIAS, J.T. Efecto de sistemas de preparación de suelos sobre algunas propiedades físicas del suelo y biométricas en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Llanos Altos de Monagas. Revista UDO Agrícola 4 (1): 36-41. 2004

ROCHA, J. Cultura da Mandioca: Importância no Brasil e no Mundo, Trabalho para o disciplina de plantas extractivas, ESALQ, 2010

RODRIGUES, A.R.; ALVES, J.M.A.; UCHÔA, S.C.P.; ALBUQUERQUE, J.A.A.; RODRIGUES, G.S.; BARROS, M.M. Avaliação da capacidade de enraizamento, em água, de brotações, ponteiros e estacas herbáceas de clones de mandioca de mesa. Agro@mbiente [online]. v. 2, nº. 1, p. 37-45. Boa Vista, 2008

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S. PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; MAIA, R.R.; KVITSCHAL, M.V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. Bragantia, v.61, p.115-125, 2002

SAMBORANHA, F.K.; STRECK, N.A.; GABRIEL, L.F.; PINHEIRO, D.G. Crescimento, desenvolvimento e produtividade de uma variedade de mandioca em cultivo de um ciclo e dois ciclos. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

SANTOS, A.S.; ALMEIDA, G.M.C.O.; BOAVENTURA, V.J.; LEDO, C.A.S. Pré-melhoramento de mandioca: hibridação interespecífica entre cultivares comerciais e espécies silvestres de *Manihot*. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

SANTOS, E.F.; CARVALHO, F.S.; SILVA, J.C.G.; REZENDE, A.A.; MIYAJI, M. Agroindústria da mandioca- o caminho para a sustentabilidade econômica dos beneficiadores do bairro Campinhos em Vitória da Conquista- BA. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre. 2009

SCALON FILHO, H.; SOBRINHO, T.A.; SOUZA, C.M.A. Desempenho de dois equipamentos na colheita semimecanizada da cultura da mandioca. Engenharia Agrícola, v.25, p.557-564. 2005

SCHAAL, B., OLSEN, K. Evidence of the origin of cassava: phylogeographic of *Manihot esculenta*. PNAS, vol.96 no.10, 5586 – 5591, 1999

SCHONS, A.; STRECK, N.A.; KRAULICH, B.; PINHEIRO, D.G.; ZANON, A.J. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. Ciência Rural, Vol. 37, Nº. 6 , p. 1586-1592, 2007

SILVA, A.S.; GAONA, J.C.; KASSAB, S.O.; FONSECA, P.R.B. Insetos-praga e métodos de controle utilizados na cultura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Ivinhema, MS. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

SILVA, A.V.L.; ULISSES, E.A.; LIMA, C.L.C.; SANTIAGO, A.D. Uso de manipueira como adução alternativa na cultura da rúcula (*Eruca sativa* Miller) cultivada em estufa. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011a

SILVA, I.T., SILVA, I.M.O., ROCHA, B.R.P. Geração de energia a partir de resíduos de mandioca para agricultura familiar no Estado do Pará. Disponível no site <http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/AGRENER2002/pdf/0037.pdf>, acessado no dia 01.05.2013. Sem data

SILVA, J.R.B. da. Álcool de Mandioca. - Disponível em <http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=4>. Sem data

SILVA, K.V.P.; ALVES, A.A.C.; BENKO-ISEPPON, A.M.; CARVALHO, R. Estudo do comportamento meiótico em acessos do gênero *Manihot*. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca. Botucatu/SP. 2009

SILVA, R.F.; BORGES, C.D.; GARIB, D.M.; MERCANTE, F.M. Atributos físicos e teor de matéria orgânica na camada superficial de um argissolo vermelho cultivado com mandioca sob diferentes manejos. Revista brasileira de Ciência do Solo, 32: 2435-3441, 2008

SILVA, S.; NASCIMENTO, A.D.; ULISSES, E.A.; FEIJÓ, F.M. Capacidade de brotação e uniformidade de crescimento da variedade de mandioca rosinha em três posições de plantio. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011b

SILVA, T.S.; SILVA, P.S.L.; BRAGA, J.D.; SILVEIRA, L.M.; SOUSA, R.P. Densidade de plantio em mandioca I. Efeitos sobre o crescimento da parte aérea. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011c

SILVA, T.S.; SILVA, P.S.L.; BRAGA, J.D.; SILVEIRA, L.M.; SOUSA, R.P. Densidade de plantio em mandioca II. Efeitos sobre o rendimento de raízes. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011d

SIMIÃO, S.A.; SANTOS, L.S.C.; ARAÚJO, N.H.T.; JUNIOR, A.V.; OLIVEIRA, H.L.M.; GRUBER, R.M. Diagnóstico da cadeia produtiva agro-industrial da mandioca: Mato grosso. Edição SEBRAE. UNIVAG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 144p. 2002

SIQUEIRA, M.V.B.M.; PINHEIRO, T.T.; BORGES, A.; VALLE, T.L.; ZATARIM, M.; VEASEY, E.A. Microsatellite Polymorphisms in Cassava Landraces from the Cerrado Biome, Mato Grosso do Sul, Brazil. Biochem Genet 48: 879–895, 2010

SOUSA, A. Insetos-praga e métodos de controle utilizados na cultura de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Ivinhema, MS. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

SOUZA, A.B.; BEGAZO, J.C.E.O.; DEFELIPO, B.V. Fontes e níveis de fertilizantes fosfatados sobre alguns caracteres das raízes de mandioca. Revista Brasileira da Mandioca, v.2, n.2, p.33-8, 1983

SOUZA, L.D.; SOUZA, L.S.; GOMES, J.C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006

STADUTO, J.A.R.; ROCHA JR, W.F.; GONÇALVES JR, C.A.; ALVEZ, Y.B. As Câmaras Sectoriais no Agronegócio brasileiro. XLV Congresso da SOBER (Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina. 2007

TAKAHASHI, M.; NASCIMENTO, V.; RAMOS, T.C. Sistema de preparo do solo para a cultura de mandioca em sucessão a pastagem. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. A cultura da mandioca, Paranavaí: Olímpica, 115 p. 2005

TAKAHASHI, M.; LIMA, P. Eficiência agronômica de fertilizantes fosfatados aliado à forma de aplicação para a cultura da mandioca. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

TAKIZAWA, F. F.; SILVA, G.O.; KONKEL, F.E.; DEMIATE, I.M. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 47, n. 6, p. 921-931, 2004

TEIXEIRA, E.M. Utilização do amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos. Tese apresentada ao Instituto de Química de São Carlos. USP. Brasil. 2007

TEIXEIRA, P.R.G.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO, A.D.; GOMES, I.R.; PONTE, C.M.A.; FOGAÇA, J.J.N.L. Produtividade da parte aérea de mandioca em função de doses de potássio. XIV Congresso Brasileiro de Mandioca. Maceió. Brasil. 2011

THOMAS, D.; STRAUSS, J.; BARBOSA, M.E.T. Estimativas do impacto de mudanças de renda no consumo no Brasil. Pesquisa e Planejamento econômico. v.21, n.2, p.305-354. RJ.1991

VALLE, T.L. Mandioca para a produção de etanol. IAC. Campinas, Brasil, Disponível em <http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=3&item=4>. 2008

VILPOUX, O. Fécula de mandioca no Brasil. Botucatu: Raízes Consultoria Ltda. 14 p. (relatório final). 2003

VILPOUX, O.F. Arranjos institucionais nas transações entre produtores e fecularias de mandioca: abordagem pela economia dos custos de transação. Informe Gepec, Toledo, v. 14, n. 1, p. 127-146, jan./jun. 2010

VILPOUX, O.F. Competitividade da mandioca no Brasil, como matéria-prima para amido. Informações Econômicas, SP, v. 38, n.11, nov. 2008

WATANABE, S.H. TORMENA, C.A.; ARAUJO, M.A.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PINTRO, J.C.; COSTA, A.C.S.; MUNIZ, A.S. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico influenciadas por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura da mandioca. Maringá, v.24, nº5, p.1255-1264, 2002

WIKIPEDIA. Free on Board. Disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Free_on_Board> Acessado no dia 27.05.2013

WOSIACKI, G.; CEREDA, M.P. Valorização de resíduos do processamento da mandioca. Publication UEPG- Exact and Soil Sciences, Agrarian S. and Engineering, 8 (1):27 – 43, 2002

ZACARIAS, A.M. Characterization and genetic distance analysis of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germplasm from Mozambique using RAPD fingerprinting. Euphytica 138: 49-53, 2004

ZALDIVAR, M.E.; ROCHA, O.J.; AGUILR, G.; CASTRO, L. CASTRO, E.; BARRANTES, R. Genetic Variation of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivated by Chibchan Amerindians of Costa Rica. Economic Botany 58 (2) p.204-213. 2004

ZAO, SS; DUFOUR, D.; SÁNCHEZ, T.; CEBALLOS, H.; ZHANG, P. Development of waxy cassava with different Biological and physico-chemical characteristics of starches for industrial applications. Biotechnology and bioengineering. 108(8):1925-35. August 2011

Bibliografia eletrônica:

http://species.wikimedia.org/wiki/Manihot_esculenta- Website consultado no dia 05.04.2013;

<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/modified-starch-market-511.html> - website consultado no dia 16.04.2013

<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=visualizarValores> – website consultado no dia 29.04.2013